

402908

DER KINEMATOGRAPH

UND

DAS SICH BEWEGENDE BILD

GESCHICHTE UND TECHNISCHE
ENTWICKLUNG DER KINEMATO-
GRAPHIE BIS ZUR GEGENWART

VON

DR. CARL FORCH,

REGIERUNGSRAT IM KAISERL. PATENTAMT IN BERLIN.

MIT 154 ABBILDUNGEN.



WIEN UND LEIPZIG.

A. HARTLEBEN'S VERLAG.

1913.

(ALLE RECHTE VORBEHALTEN.)

Os $\frac{2152^a}{48}$

96.1845

Techn. VII 15g

K. u. k. Hofbuchdrucker Fr. Winiker & Schickardt, Brunn.



Dorwort.

In dem vorliegenden Werke ist der Versuch gemacht, die Entwicklung darzustellen, welche der Kinematograph in den Jahren genommen hat, in denen er sich die Welt eroberte. Seit Hopwood zum ersten Male daran ging, eine Geschichte des Kinematographen zu schreiben, ist unser Apparat international geworden. Während es damals hauptsächlich englische und amerikanische Konstrukteure waren, deren Werke Berücksichtigung fanden, ist heute die Beschränkung auf ein Land nicht mehr möglich. Alle Industriestaaten arbeiten heute an der Weiterentwicklung der Apparate zur Aufnahme und Wiedergabe der bewegten Photographien und fast alle gleichmäßig. Es läßt sich deshalb ein Überblick über das Gebiet nur dann gewinnen, wenn alle Konstruktionen ohne Rücksicht auf ihre Entstehungsgebiete in gleicher Weise berücksichtigt werden. Gleichwohl mag es berechtigt sein, denjenigen Apparaten besondere Aufmerksamkeit zu schenken, welche dort, wo das Buch seine Leser zunächst sucht, vornehmlich verbreitet sind.

Das Bestreben, die technische Entwicklung des Kinematographen zu verfolgen, mußte dazu führen, die einzelnen Teile des Kinematographen getrennt zu betrachten, da die Weiterbildung naturgemäß sich in den meisten Fällen nur auf Einzelheiten erstreckte. Es treten deshalb zuweilen Apparate, die an sich wesentlich voneinander abweichen, nebeneinander, weil sie an einer einzigen Stelle Berührungspunkte haben und gerade diese Punkte für die Entwicklung der Kinematographie — diese als Ganzes betrachtet — dem Verfasser wichtig erschienen. Wurden so Zusammenhänge geschaffen, die dem Leser wohl manchmal unberechtigt dünken werden, so mußten anderwärts, um der Einteilung willen, auch Verbindungen zerrissen werden. Es gilt dies besonders für die Kapitel, in denen die Einzelheiten des Fortschaltwerkes behandelt sind. — Der Verfasser glaubte die Entwicklung des Kinematographen um so mehr in den Vordergrund stellen zu dürfen, als Werke, in denen der Endzustand der Entwicklung hauptsächlich berücksichtigt ist, bereits vorhanden sind. Es sind dies diejenigen Bücher, in denen die Apparate bestimmter Werkstätten so, wie sie zurzeit vornehmlich am Marke sind, behandelt werden. Diesen Büchern will das vorliegende als Ergänzung an der Seite stehen, es will aber nicht mit ihnen in Wettbewerb treten.

Der Leser wird es vielleicht befremdlich finden, daß als Literaturquellen in den meisten Fällen Patentschriften, und zwar vornehmlich deutsche, französische, britische und (nord-) amerikanische angeführt sind. Es hat dies seinen Grund darin, daß der Kinematograph in die wissenschaftlich-technische Zeitschriftenliteratur bis jetzt fast so gut wie noch gar nicht Eingang gefunden hat. Was sich in Zeitschriften über ihn findet, sind fast nur Referate.

über Patente und Gebrauchsmuster, so daß es nur ein konsequentes Eingehen auf die letzte Quelle ist, wenn in diesem Buche statt der Zeitschriften die betreffenden Patentschriften selbst angeführt sind. Aus dem Erscheinungsjahr der Patentschriften ist, falls dies bequemer sein sollte, unschwer festzustellen, in welchem Jahrgang der einzelnen Zeitschriften ein Referat zu finden sein wird. Neben den Patentschriften jedesmal noch Hinweise auf die einzelnen Zeitschriften zu geben, erschien überflüssig. Für ein eingehendes Studium wichtiger Einzelheiten dürfte sich das Nachschlagen der betreffenden Patentschriften deshalb häufig doch wohl nicht erübrigen, da die Zeitschriften nur selten die notwendigen Figuren in extenso enthalten. Nur bei den in Zeitschriften abgedruckten deutschen Gebrauchsmustern war es erforderlich, auf die Zeitschriften zu verweisen, weil, sofern nicht auch Patente für den gleichen Gegenstand bestehen, diese Zeitschriften die einzige leicht zugängliche Literaturstelle bilden; denn von den Beschreibungen und Zeichnungen der Gebrauchsmuster werden amtliche Veröffentlichungen ja nicht ausgegeben. Daß von ein und demselben Apparat häufig Patentschriften verschiedener Länder angeführt sind, hat einen doppelten Grund. Einmal mag in manchen Fällen dem Leser eine fremde Patentschrift leichter zugänglich sein als die des Heimatlandes des Erfinders und zum andern ist — in Konsequenz der Patentgesetzgebung der verschiedenen Länder — der Umfang der Beschreibung und Zeichnungen in den verschiedenen Ländern sehr verschieden. Wer mit der Patentliteratur sich vertraut gemacht hat, wird finden, daß im allgemeinen die deutschen Reichspatente weit weniger ausführlich sind, als die der übrigen Länder. So bieten denn gerade die britischen und (nord-)amerikanischen Patente bezüglich der Einzelheiten sehr häufig weit mehr als die deutschen.

Daß die Patentliteratur wie auf allen Gebieten so auch beim Kinematographen sehr viel Ballast enthält, ist ohne weiters anzuerkennen. Trotzdem aber ist in ihr sehr viel Brauchbares enthalten, selbst unter dem, was zunächst nicht fruchtbar werden konnte, da vielleicht noch nicht die Zeit der Reife gekommen war oder zur Ausnutzung noch ein Zwischenglied fehlte.

Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es nicht im Rahmen dieses Buches liegen konnte, anzugeben, welche Teile der beschriebenen Vorrichtungen in den einzelnen Ländern unter Patentschutz stehen. Der Konstrukteur kann nur aus den Patentschriften selbst entnehmen, welche Teile Freigut und welche Vorbehaltsgut des betreffenden Erfinders sind, falls die in Frage kommenden Patentrechte nicht schon durch Ablauf in Wegfall gekommen sind. Die Patentschriften sind mithin hier lediglich als literarische Quellen benutzt, ihre rechtliche Bedeutung ist völlig außer Beachtung geblieben.

Alle Konstruktionen ausführlich zu berücksichtigen, erwies sich als unmöglich, sollte der Umfang des Buches nicht über Gebühr vergrößert werden. Ein reines Zitat der betreffenden Literaturstelle aber, ohne daß auf den Inhalt näher eingegangen worden wäre, wäre zwecklos gewesen und ist deshalb unterblieben. Wo aber ein Gegenstand sachlich behandelt wurde, findet sich stets die Quelle angegeben, um dem Leser die Kontrolle zu ermöglichen.

Die Kinematographie steht trotz ihrer großen Ausdehnung noch in ihrer Jugend und Jugend bedeutet in mancher Hinsicht Unfertiges und der

Verbesserung Bedürftiges. Es kann deshalb nicht wundernehmen, daß auch in dem Kinematographenwesen vieles gärt und brodeln und manche Erscheinung zu Tage tritt, die der ruhig Denkende gerne missen möchte. Daß aber manches Gute schon geleistet wurde, wird auch ein großer Teil derer anerkennen müssen, die den Kinematographen allüberall unentwegt bekämpfen. Im Rahmen dieses Buches auf die Kämpfe einzugehen, welche um den Kinematographen entbrannt sind und die für die Angreifer das Ziel haben, den Kinematographen aus allen Gebieten mit Ausnahme des belehrenden zu verdrängen, verbot sich aus der Anlage des Buches. Nur die Dinge am Kinematographen, welche für den Techniker Interesse bieten, sollten hier behandelt werden. Hier ist die Entwicklung wenigstens in gewisser Hinsicht jetzt in ein ruhiges Fahrwasser gelangt, das schon einen Blick in die Tiefe gestattet, während es auf dem Gebiete des Theatralischen und Ästhetischen um den Kinematographen herum noch so heftig brandet, daß man gut tun wird, die Flut ablaufen zu lassen, ehe man einen Blick zurückwirft. Überschaut man all das, was die Technik bis jetzt an dem Kinematographen geleistet hat, so erkennt man, daß es ein großes Stück tüchtiger, zielbewußter Arbeit ist und es wäre wahrlich schade, wenn all die Mühe an einen Gegenstand verschwendet wäre, der dieser Mühe nicht wert wäre. Die schon geleistete Arbeit soll vielmehr den Techniker und Ingenieur ermuntern, einem so wichtigen Instrument, wie es der Kinematograph ist, das Interesse noch mehr als bisher zuzuwenden. Wenn auch für manche Teile des Kinematographen jetzt Konstruktionen vorliegen, die von dauerndem Bestand zu sein scheinen, so liegt doch an andern Stellen noch ein überaus weites unbebautes Gebiet vor uns. Zum Weiterstreben auf diesem anzuregen war der Endzweck, den der Verfasser mit den nachstehenden Ausführungen anstrebte.

* * *

Durch Überlassung von Klischees haben den Verfasser folgende Firmen zu Dank verpflichtet:

H. Ernemann, Dresden; Maltheser-Maschinenbaugesellschaft, Berlin; Messers Projektion, Berlin; Veifawerke, Frankfurt a. M., sowie die Westinghouse-Cooper-Hewitt-Gesellschaft, Berlin.

Carl Forch.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	1
Das Wort Cinematograph 2. — Zahl der Kinotheater 2. — Wirtschaftliche Bedeutung des Filmhandels 3.	
II. Die Vorläufer des Kinematographen bis zur Einführung der Films	5
Nachbilder 5. — Vorführung gezeichneter Bewegungsbilder 6. — Stroboskopische Scheibe von Plateau & Stampfer 6. — Uchatius 6. — Anwendung der Photographie zur Herstellung von Reihenbildern 7. — Aufnahmeapparate mit mehreren Objektiven 7. — Du Mont 8. — Ducos du Hauron 8. — Muybridge 8. — Anschütz 9. — Londe & Sébert 9. — Kohlrausch 10. — LePrince 10. — Der erste photographische Reihenapparat mit einem Objektiv; Marey 11. — Literatur 11.	
III. Kinematographen mit Film	12
Einteilung der Kinematographen 12. — Die mechanischen Hilfsmittel zur absatzweisen Bildschaltung 14.	
α) Das Stiftrad 15. — a) Maltesergesperre 15. — Schräger Schlitz 19. — Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit 20. — Besondere Formen des Maltesergesperres 21. — b) Schaltung durch Kulissen 24. — Kraftschlüssige Kupplung des Stiftrades 26. — Verstellbare und auswechselbare Zahnkränze 27.	
β) Der Greifer 28. — Steuerung durch Nut 29. — Exzentersteuerung 30. — Krummzapfensteuerung 32. — Greiferketten 33. — Stetig veränderliche Fortschaltdauer 39.	
γ) Der Schläger 41. — Kurbelsteuerung 43. — Exzentersteuerung 43. — Regelbarer Schlägerhub 43. — Umlaufgetriebe 44. — Zwei gegenläufige Schlägerrollen 45.	
δ) Die Reibungsscheibe 46. — Zur Scheibe verschiebbare Schaltsegmente 48. — Regelung der Fortschaltweite durch die Filmlöcher 48. — Unstetig gedrehte Reibungsscheibe 49. — Doppelte absatzweise Schaltung 50.	
IV. Der Verschuß	51
Kreisscheiben 51. — Gegenläufige Scheiben und Flügel 53. — Kükenverschlüsse 55. — Lamellen 55. — Schieber 56. — Das Flimmern der Kinobilder 58. — Das Verschmelzen von Reizen 59. — Überzählige Verdunklungen 62. — Aufhellen der Dunkelpause 63. — Unterbrochene Beleuchtung 64. — Irisblende für Umwandlungsbilder 65.	
V. Das Bildfenster	67
Seitliche Führungsschienen 68.	
VI. Das Bildband	70
Nitrozellulose 70. — Azetylzellulose 71. — Das Gießen der Films 71. — Herstellung der Lochreihen 73. — Größenmaße 75. — Verstärkung der Ränder 76. — Gelatine- und Papierfilms 76. — Verlängerungsstücke 78. — Kitten der Films 79. — Das Schwinden des Zelluloides 79.	

	Seite
VII. Die Feuerschutzvorrichtungen	81
A. Mittel zum Verhüten von Filmbränden 81. — Wärmefilter 81. — Gitter 82. — Schutzklappen 83. — Flichkraftregler 84. — Auslösung durch elektrischen Strom 86. — Preßluft 87. — Schutz beim Reißen des Bandes 88.	
B. Mittel zum Verhüten des Umsichgreifens des Brandes 90. — Kanäle 90. — Löschrollen und Filmabschneidvorrichtungen 90. — Schutztrommel oder Schutzring 92.	
C. Maßregeln zum Schutze der Zuschauer 94.	
VIII. Der optische Ausgleich der Bildwanderung	96
A. Stetige Bewegung der ausgleichenden Elemente 97. — Vielkantspiegel 97. — Geradlinig wandernde Linsen 98. — Stetig gedrehte Glaskörper 100. — Gedrehte Linse 103. — Ausgleich durch gleiche, entgegengesetzt wandernde Prismen 104. — Geradlinig wandernde, paarweise einander zugeordnete Spiegel 107.	
B. Hin- und hergehende Ausgleichselemente 108. — Schwingende Spiegel 108. — Geradlinig hin- und herbewegte Spiegel 109. — Prismen mit veränderlicher brechender Kante 111. — Zeitweilig wirkender Ausgleich 111.	
IX. Doppelapparate	113
Apparate mit zwei Bildbändern 114. — Bildbänder für Doppelapparate 114. — Verschlüsse 115. — Beleuchtung der Doppelapparate 117.	
X. Farbige Bilder	119
A. Kolorierte Bildbänder 119.	
B. Theorie der Farbensynthese 122. — Aufnahme der Teilbilder 123. — Gleichzeitige Herstellung der Teilbilder 125. — Zerlegung im Objektiv 127. — Herstellung der Teilbilder nach einander 129. — Projektion der Teilbilder 130. — Zweifarbenbilder; Kinemakolor 132. — Einlegemarken 134. — Elementarraster 134.	
XI. Räumlich erscheinende Bilder	135
Pseudostereoskopischer Effekt 135. — Stereoskopische Bilder 137. — Aufnahmeapparate 137. — Projektion der Stereobilder 138. — Anaglyphen 139. — Anaglyphische Rasterstereogramme 140. — Apparate für subjektives Betrachten 141. — Stereoskopische Farbenbilder 142.	
XII. Die Einstellung am Bildfenster der Projektionskinematographen	144
Einstellung der Optik in Höhe zum Bildfeld 144. — Einstellung des Filmfortschaltorganes 146. — Einstellung durch umlaufende Räder 148. — Drehung des Schaltrades mittels längsverschieblicher Gewindehülse 150.	
XIII. Die Optik des Kinematographen	151
Die Optik des Aufnahmeapparates 151. — Linsengesetze 152. — Die Optik des Vorführungsapparates 155.	
XIV. Die Führung des Bildbandes vor und hinter dem Bildfenster	157
Antrieb der Filmspulen 157. — Umwickler 157. — Endlose Bänder 158. — Entnahme des Bandes von innen 159.	
XV. Anordnung der Bilder auf breiten Bändern, rechteckigen und runden Platten sowie auf Trommelmänteln. — Röntgenkinematographie	164
Breite Bänder 164. — Mehrreihenapparate 165. — Rechteckige Platten 170. — Runde Platten 175. — Bildtrommeln 178. — Lebensrad 178. — Röntgenkinematographie 181.	
XVI. Abblätternde Bilder. — Mutoskope	185
Mutioskophstehen 185. — Bildkarten auf Walzen 185. — Bildkarten auf Bändern 189.	

	Seite
XVII. Die Lichtquellen der Vorführungsapparate	191
Elektrische Bogenlampe 191. — Umformer 192. — Quecksilberdampf-Gleichrichter 193. — Kalklicht 195. — Glühlicht 196. — Bogenlicht zwischen rotierenden Scheiben 197. — Regelung der Lichtstärke nach Gwozdz 198. — Lampengehäuse 199.	
XVIII. Der Projektionsschirm	200
Schirme aus Leinwand 201. — Verschiedene Überzüge 201. — Nachleuchtende Schirme 202. — Mattscheiben aus Glas 202. — Projektion im unverdunkelten Raume 202.	
XIX. Besondere Einrichtungen für die Aufnahme und für die Vorführung	205
Einfluß der Farben der Gewänder 205. — Hilfsbeleuchtung 206. — Mikrokinematographen 206. — Ballistische Kinematographen. Der elektrische Funke als Lichtquelle 208. — Stative 209. — Panoramakopf 209. — Handkamera 210. — Trickbilder 210. — Zerrbilder 211. — Rundbilder 212. — Kinematographische Panoramakamera 213.	
XX. Einrichtungen zum Entwickeln und Kopieren der Films . .	215
Rahmen und Tröge 215. — Das Trocknen 216. — Maschinelle Entwicklung 217. — Kopierapparate 217.	
XXI. Die Verbindung des Kinematographen mit Tonapparaten .	220
Kinematograph und Phonograph unmittelbar beieinander 221. — Getrennte Aufstellung beider Apparate 221. — Vorrichtungen zum Anzeigen des Gleichlaufes 222. — Einrichtungen zum zwangsläufigen Synchronisieren. 223.	
XXII. Einige Kinematographen-Typen	228
Kine-Messter-Kamera 228. — Messters Thaumograph 229. — Vorführungskinetograph für Schule und Haus 232. — Ernemanns Stahlprojektor Imperator 233. — Vitograph der Malteser Maschinenbaugesellschaft 234.	
Alphabetisches Register	235

I. Einleitung.

Wer das belebte Bild eines Krönungszuges, der am Tage zuvor durch die Straßen der Hauptstadt zog, 100 Meilen davon entfernt am nächsten Abend auf weißer Leinwand hätte erscheinen lassen, den hätte man vor 300 Jahren der Zauberei geziehen. Heute nehmen wir derlei als selbstverständliche und keineswegs Erstaunen erregende Leistung der Technik entgegen und tadeln höchstens, wenn die Vorführung in etwas des Eindruckes der vollen Naturwahrheit entbehrt. Wie in fast allem, so sind wir auch auf dem Gebiete der Schaustellung überaus anspruchsvoll geworden, seit uns die Errungenschaften der letzten Jahrzehnte in sich überstürzendem Eifer fast mit jedem neuen Jahrzehnt ein neues Gebiet erschlossen. Wir sind geradezu daran gewöhnt worden, in kurzen Zwischenräumen mit völlig Neuem und lange vergeblich Erstrebtem beschenkt zu werden. Während die heute im reifen Mannesalter Stehenden in ihrer Jugend sich noch an den anspruchslosen Bildern der Laterna magica ergötzen und es anstaunen, wenn das an sich tote Bild durch einen Schneefall belebt wurde, oder ein schlecht gezeichneter und grell angetuschter Wagen, natürlich ohne daß sich die Räder drehen, durch eine Landschaft gezogen wurde, verlangt die jetzt heranwachsende Jugend schon nach dem Bilde des Kinematographen, um ihre Schaulust zu befriedigen. Was ehemals als phantastischer Traum erschien, dem Bilde Leben und Bewegung einzuhauchen, ist innerhalb der letzten 20 Jahre zum selbstverständlichen Gemeingut all derer geworden, die ihr Leben nicht in völlig abgeschlossener ländlicher Einsamkeit, sondern in Hörweite des Lärmes der Großstädte verbringen, und nicht gar lange mehr wird es dauern, bis der neue Zauberapparat in allen Kulturländern mit dem grünen Wagen des Jahrmachtschaustellers auch in die entlegenen Heidedörfer und Gebirgstäler wandert.

Ein Vierteljahrhundert ist noch nicht dahingegangen, seit der Kinematograph begann weiteren Kreisen bekannt zu werden, und schon hat er sich einen Platz erobert, von dem aus er Einfluß auf das Leben gewonnen hat. Er ist mindestens für den Großstädter ein notwendiges Stück — manche, die am Überkommenen haften, werden vielleicht sagen: ein notwendiges Übel — geworden. Für weite Kreise ist er fast die einzige bequem zu erreichende Eingangspforte neuer Eindrücke. Er hat sich anpassungsfähig gezeigt, insofern er Erholung und Belehrung in gleicher Weise vermitteln kann; daß er nicht auch zuweilen schädigend wirke, sei keineswegs bestritten; hoffen wir, daß er die Fehler seiner Jugendjahre bald ablegt. Ganz wird er dies ja nie tun, aber wer möchte z. B. bestreiten, daß seine reifere und ihm zweifellos durch ihre persönlichere Wirkung weit überlegene ältere

Schwester, die Schaubühne des Theaters und der Oper, nicht auch oft sündigt gegen die Gebote der reinen Ethik und Ästhetik!

Der Kinematograph ist da; er wird nicht eher verschwinden, als bis er durch etwas Besseres verdrängt sein wird. Wer ihn ausrotten zu können wähnt, kämpft vergeblich; weit richtiger ist es, ihn jetzt, da er noch jung und darum auch noch bildungsfähig ist, in Bahnen zu lenken, in denen seine Tätigkeit auf das Volksleben einen guten oder wenigstens keinen schädigenden Einfluß ausübt. Man mache ihn Zwecken dienstbar, die man selbst erstrebt und als segensbringend für das Volk erkannt hat. Auch hier bleibt die Tätigkeit des idealistischen Laudator temporis acti unfruchtbar, wie an so vielen anderen Stellen. Nur wer mit den Mitteln seiner Zeit arbeitet, dient seiner Zeit, nicht der, der das Rad auf den Stand einer unwiederbringlich dahingegangenen Epoche zurückzudrehen versucht.

Das Wort Cinematograph wurde am 11. April 1896 von der Deutschen Automaten-Gesellschaft Stollwerk & Co. in Köln im Deutschen Reich zum Wortschutz für Photographie- und Projektionsapparate angemeldet und der Wortschutz auch am 16. Mai 1896 erteilt. Trotzdem wurde das Wort von aller Welt gebraucht, bis im Jahre 1907 der Kampf um das Recht an diesem Wort entbrannte. Dabei ergab sich nun, daß es nachweislich zum ersten Male in einem am 12. Februar 1892 von Bouly eingereichten französischen Patentgesuch vorkommt¹⁾. Es ist neben Biograph der einzige von 58 unserem Apparat nach- und nebeneinander beigelegten Namen, der sich im Wechsel der Zeiten erhalten hat, durch den Volksmund und das tägliche Leben allerdings zuweilen etwas verkürzt oder verunstaltet. Für eine besondere Form besteht noch ein Sondername, nämlich für die nach Art von Büchern abzublätternden Mutoskope.

Über den Umfang, welchen das Kinowesen, wie seine Freunde, und -unwesen, wie seine Feinde sagen, angenommen hat, mögen die nachstehenden Zahlen orientieren. Es hatte um das Jahr 1912

Groß-Berlin	bei 3,000.000	Einwohnern	260	Kinos
Breslau	" 520.000	"	40	"
Frankfurt a. M.	" 420.000	"	40	"
Hannover	" 350.000	"	40	"
Essen	" 300.000	"	7	"
Stuttgart	" 230.000	"	23	"
Mannheim	" 197.000	"	6	"
Elberfeld	" 180.000	"	9	"
Straßburg	" 180.000	"	5	"
Karlsruhe	" 134.000	"	5	"
Mainz	" 110.000	"	4	"
Mülhausen	" 96.000	"	9	"

Dabei handelt es sich um etwas, was erst im letzten Jahrzehnt sich entwickelte. Denn die 33 Großstädte im Deutschen Reiche, die jetzt rund

¹⁾ J. Tenenbaum, Der Kinematograph, Nr. 88, 1908.

500 Lichtbildtheater aufweisen, hatten um die Jahrhundertwende — abgesehen von gelegentlich arbeitenden Schaustellungen — zwei feste Kintheater. Im ganzen Deutschen Reiche sind etwa 2000 Kinotempel, feste und wandernde, zurzeit tätig und verbrauchen in der Woche etwa 200.000 m Film. Ähnlich liegen die Verhältnisse in den andern Kulturstaaten. In Paris locken etwa 200 Kintheater an den Sonntagen je 100.000 Bewohner vor die Zaubereinwand; London hat 400, das übrige England etwa 2500 Lichtspielhallen und New York rund 470. Die neun größten Städte der Vereinigten Staaten zählen über 1400 Kintheater, die jährlich für 18 Millionen Dollar neue Film verbrauchen, aber auch 57 Millionen Dollar an Eintrittsgeld einnehmen. Die einzige Firma Pathé frères erzeugt täglich etwa 100 Kilometer Film und hat aus der Kinotechnik einen Jahresumsatz von 48 Millionen Franks.

Ein Meter des fertigen, belichteten Kinofilm hat einen Wert von einer Mark. Der Verkehr vollzieht sich meistens in der Weise, daß die Films von Agenturen an die Kintheater verliehen werden, und zwar meistens je für eine ganze Woche. Es wandert also ein Film durch viele Theater, ehe er verbraucht ist. Die Leihgebühr sinkt mit der Zeit, welche ein Film bereits benutzt ist; denn er ist einerseits infolge des häufigen Durchlaufens durch die Apparate schlecht, rissig, in der Perforation mangelhaft geworden, und andererseits hat der dargestellte Gegenstand oft durch Zeitablauf an Interesse verloren. Auch auf diesem Gebiete haben die Versuche, Truste zu bilden und so dem Markt von einer Stelle die Preise vorzuschreiben, begonnen; bis jetzt allerdings ohne Erfolg. Um einen ungefähren Überblick zu geben, wie die Filmpreise sich stellen, ist im folgenden ein Vorschlag wiedergegeben, der von einem in den letzten Monaten sehr viel genannten „Deutschen Film-Syndikat“ ausgegangen ist. Die Zahlen stellen die Leihgebühr für die aufeinanderfolgenden Wochen in Prozenten des Wertes der Films dar, und zwar als untere Grenze, die je nach den Umständen nach oben hin überschritten werden kann. Es soll darnach kosten:

Die 1. Woche	30 ⁰ / ₀	Die 8. Woche	7 ⁰ / ₀
" 2. "	18 ⁰ / ₀	" 9. "	6 ¹ / ₂ ⁰ / ₀
" 3. "	15 ⁰ / ₀	" 10. "	6 ⁰ / ₀
" 4. "	13 ⁰ / ₀	" 11. "	5 ¹ / ₂ ⁰ / ₀
" 5. "	11 ⁰ / ₀	" 12. "	5 ⁰ / ₀
" 6. "	10 ⁰ / ₀	" 13. u. jede folgende	Woche mindestens 3 ⁰ / ₀
" 7. "	8 ⁰ / ₀		

Als sogenannte Einlagen sollen bis zu 1000 Meter eines Films, der bereits ein Vierteljahr gelaufen ist, unentgeltlich abgegeben werden dürfen; weitere alte Einlagen zu je 1⁰/₀. Ein ganzes sogenanntes Tagesprogramm enthaltende Films der 13. Woche und noch ältere sollen mindestens zehn Mark für den Tag kosten¹⁾. Man sieht aus diesen Zahlen, daß ein Film sich dann erst anfängt bezahlt zu machen, wenn er mehr als zwei Monate Tag für Tag gespielt wird. Welche ungeheure Anstrengungen besonders in Amerika gemacht werden, Eigenartiges zu bieten, läßt sich an folgendem erkennen: Die Entdeckung Amerikas wird in einem 1500 m langen Film

¹⁾ Licht-Bild-Bühne Nr. 26 vom Jahre 1912.

Christoph Columbus dargestellt, für den im ganzen 350 Personen notwendig waren. Nach wochenlangen Proben konnten endlich 6000 m^m Negativfilm hergestellt werden, von denen aber nur das beste Viertel benutzt wurde. Die gesamten Kosten der Herstellung des ersten Positivs belaufen sich somit auf etwa 200.000 Mark und man mag nun ermessen, wie viel Kopien in die Welt hinausgehen und wie lange jede einzelne laufen muß, ehe diese Summe eingegangen ist¹⁾.

An der Herstellung der Films ist zurzeit Deutschland nur in ganz geringem Maße beteiligt. Nur 15% der auf den Weltmarkt gelangenden Kinofilms sind deutsches Erzeugnis. Es ist also noch ein weites Feld für die industrielle Betätigung Deutschland an dieser Stelle offen.

Der zahlenmäßig so überaus große Aufschwung, den die Kinotheater in den letzten Jahren genommen haben, erklärt sich daraus, daß das Anlagekapital verhältnismäßig gering ist. Er ist nicht bedingt durch eine hohe Rente aus diesen Unternehmungen. Selbst kleine Theater können nicht ausschließlich alte Films bringen; man wird also bei einem kleinen Theater mit etwa 250 Sitzplätzen etwa 150 Mark an Leihgebühren für die Woche rechnen müssen, ebensoviel je für das Personal und die Saalmiete, die Hälfte für elektrischen Strom und ein Viertel für Reklame und Verschiedenes. Selbst dort, wo die Gemeindeverwaltungen das Lichtbildtheater noch nicht als Objekt der Steuergesetzgebung ansehen, muß manches Kino nach kurzer Lebensdauer seine Pforte wieder schließen, denn an vielen Wochentagen sind die Tageseinnahmen gering und der Sonntag allein mit dem einen oder andern guten Werktag kann das Unternehmen nicht über Wasser halten. So wird denn wohl auch hier nach einer kurzen Zeit sprunghaften Anwachsens bald das eherne Gesetz von Angebot und Nachfrage die Zahl der Kinos begrenzen und nur gerade so viele am Leben lassen, als durch den Besuch ihr Leben fristen können. Es werden auch hier, zur Beruhigung Ängstlicher sei es besonders betont, die Bäume nicht in den Himmel wachsen.

¹⁾ Licht-Bild-Bühne Nr. 21 vom Jahre 1912.

II. Die Vorläufer des Kinematographen bis zur Einführung der Films.

Nachbilder. Schließen wir das Auge, nachdem wir einen Gegenstand angeschaut, so ist das Bild alsbald verschwunden, aber nicht sofort. Wir können uns hiervon leicht bei jedem raschen Schließen und Öffnen des Augenlides überzeugen. Denn es kommt uns gar nicht zum Bewußtsein, daß wir die Augen alle paar Sekunden auf kurze Bruchteile einer Sekunde schließen. Das wahrgenommene Bild bleibt trotzdem zusammenhängend.

Durch den Lichteindruck des von dem optischen Apparat des Auges auf der Netzhaut entworfenen Bildes wird ein bestimmter Stoff auf dieser zerstört. Dieser Stoff bildet sich alsbald wieder neu; aber da zu jedem Werden eine gewisse Zeitspanne nötig ist, so erfordert die Wiederherstellung des Sehpurpurs naturnotwendig eine gewisse Zeit und innerhalb dieser besteht das einmal aufgenommene Bild in uns nach. Wir können so rasch ihren Ort wechselnde Erscheinungen zu einem gemeinsamen Bilde verschmelzen. Am einfachsten zeigt uns dies das glimmende Streichholz, das wir rasch im Kreis bewegen. Wir nehmen eine geschlossene leuchtende Linie wahr; denn der Lichteindruck jeder einzelnen Stelle der Bahn dauert so lange an, bis ein neuer Lichteindruck an derselben Stelle entsteht. Bewegen wir das Hölzchen statt im Kreis in beliebiger, vielfach verschlungener Kurve, so sehen wir diese auf einem weiten Stück scheinbar gleichzeitig aufleuchten, obwohl doch zweifellos das Leuchten selbst längst an den betreffenden Stellen aufgehört hat zu bestehen. Bereits Ptolemäus beschreibt die Erscheinung der Nachwirkung des Lichtes im Auge als etwas ganz Selbstverständliches.

An diese Erscheinung ist dann des weiteren die Möglichkeit geknüpft, mit rasch einander folgenden, durch bildlose Zwischenräume getrennten Einzelbildern bei dem Beschauer das Vorhandensein eines lückenlosen Bildes vorzutäuschen. Stellen die Einzelbilder nun die aufeinander folgenden Phasen eines Bewegungszustandes dar, so glauben wir die Bewegung selbst wahrzunehmen. Die Einzelbilder können auf beliebige Weise gewonnen werden; ihre Herstellung muß keineswegs auf photographischem Wege erfolgen. So können wir bestimmte Bewegungsvorgänge bekanntlich auf dem Wege der geometrischen Konstruktion in ihren einzelnen Phasen festlegen. Wählen wir die Abstände zwischen diesen hinreichend klein und bringen die Einzelbilder rasch hintereinander zur Wahrnehmung, so ergänzen sich diese zu einem naturwahren belebten Bilde. Es genügt also, wenn von einer ununterbrochenen Bewegung eine Reihe von Teilbildern wahrgenommen wird, um den Eindruck der geschlossenen Bewegung zu erhalten.

Vorführung gezeichneter Bewegungsbilder.

Im dritten Jahrzehnt des verflossenen Jahrhunderts gewannen diese Tatsachen plötzlich allgemeines Interesse. Besonders der belgische Physiker Plateau und der Österreicher Stampfer brachten im Verein mit Faraday die Angelegenheit in Fluß. Die stroboskopische Scheibe ist eine um ihre Mittelpunktsachse drehbare Pappscheibe, die an ihrem Umfang mit einer größeren Zahl von Schauöffnungen versehen ist. Auf einem zur Achse konzentrischen Ringe sind auf einer der Zahl dieser Öffnungen entsprechenden Zahl von Feldern die aufeinanderfolgenden Phasen einer Bewegung, etwa der eines schwingenden Pendels abgebildet. Man kehrt die diese Bilder tragende Scheibenseite einem Spiegel zu und stellt sich selbst so, daß man durch eine der Schauöffnungen hindurch in dem Spiegel eines der Bilder sehen kann. Dreht man nun die Scheibe mit hinreichender Geschwindigkeit, so sieht man durch die einzelnen Schauöffnungen rasch hintereinander die verschiedenen Teilbilder, die durch die Nachwirkung im Auge zu einem Gesamtbilde der Bewegung verschmelzen. Dieser Urform schloß sich in rascher Folge eine Reihe verbesserter Apparate an. Sie alle zu beschreiben, kann, da sie meistens nur vorübergehendes Interesse verdienten, hier nicht der Platz sein. Es mag genügen, das Plateausche Phaenakistiskop und das auch heute uns noch zuweilen begegnende Lebensrad (Zootrop) zu erwähnen.

Plateau erkannte übrigens bereits, daß das Phaenakistiskop auch Bilder mit räumlicher Wirkung geben könne, falls man es verdoppele und dem einen Apparat die rechten, dem andern die linken Teilbilder einer stereoskopischen Darstellung zuordne. Er war übrigens wohl auch der erste, der es in das Auge faßte, die damals noch jugendliche photographische Kunst der Darstellung bewegter Bilder dienstbar zu machen, und zwar in Verbindung mit der Stereoskopie. Allerdings sollte das auf einem weiten Umwege geschehen¹⁾. Es sollten zunächst die 16 für sein Modell notwendigen Bewegungsphasen des abzubildenden Gegenstandes in Gipsmodellen hergestellt, dann mittels eines stereoskopischen Aufnahmeapparates 16 Paar Daguerreotypien gemacht und nach diesen die 16 Paare für das Phaenakistiskop entsprechend verzerrter Teilzeichnungen hergestellt werden, die dann auf die Scheiben zweier Apparate hätten verteilt werden müssen. Daß dieser Plan damals verwirklicht wurde, ist unwahrscheinlich, jedenfalls bezeichnet Plateau selbst die Ausführung als „etwas lange und die höchste Sorgfalt erfordernde Arbeit“, von der er sich allerdings, und zwar mit Recht, ein gutes Ergebnis versprach.

Wohl den ersten gelungenen Versuch, mit einem Apparat einem größeren Kreis von Zuschauern gleichzeitig belebte Bilder vorzuführen, hat der österreichische (spätere) General Franz Uchatius gemacht²⁾. Die Benutzung einer mit einer Schlitzscheibe in einer Laterna magica gedrehten, die Teilbilder am Umfang enthaltenden Bildscheibe führte nicht zu dem gewünschten Ziel; man erhielt mit den damals zur Verfügung stehenden Lichtquellen zu kleine

¹⁾ Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie, 84, 1853, S. 156.

²⁾ Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, 1853, Bd. X, S. 483.

Bilder, da man die Schlitze, um eine hinreichend scharfe Bildzeichnung auf dem Projektionsschirm zu ermöglichen, zu schmal nehmen mußte. Uchatius ging deshalb zu einem völlig abweichenden Projektionsprinzip über, das deshalb interessant ist, weil es wenigstens teilweise bei einer Reihe von Apparaten wiederkehrt, die man für den modernen Kinematographen in Vorschlag gebracht hat. Die Teilbilder sind hier auf einer festen Wand im Kreise angebracht und jedem der Teilbilder ist eine Projektionslinse zugeordnet; die Achsen dieser Linsen sind gegeneinander so geneigt, daß sie sich alle in einem Punkte, im Mittelpunkte des Projektionsschirmes, schneiden. Die Lichtquelle, ein Knallgasbrenner mit glühendem Kalkzylinder, nebst dem Kondensator sitzt hinter der die Teilbilder tragenden Wand auf einem konachsal zum Mittelpunkt des Teilbilderkreises drehbaren Arm. Bei rascher Drehung dieses Armes werden die Teilbilder rasch nacheinander beleuchtet und es treten so auf dem Bilderschirm die verschiedenen Phasen des Bewegungsbildes in rascher Folge auf. Ist das aus dem Kondensator tretende Lichtbündel breiter als der Abstand zweier benachbarten Teilbilder, so überdecken sich je zwei einander folgende Bilder auf dem Schirm, es tritt also eine Projektion auf, ohne daß zwischen die einzelnen Phasen sich eine Dunkelpause einschleibt. Daß bei diesem Apparat die immerhin doch recht schwere Lichtquelle nebst Kondensator gedreht werden mußte, war, zumal dadurch auch die beiden Gasschläuche mit bewegt werden mußten, sehr störend. Durch Einfügung eines drehbaren Spiegels hätte sich der Apparat wesentlich vereinfachen lassen, da man alsdann mit ruhender Lichtquelle hätte arbeiten können.

Zur Vorführung konnten natürlich nur Vorgänge gelangen, welche sich durch wenige Teilbilder darstellen ließen und bei denen die Endphase an die Anfangsphase anschloß, so daß die Bewegungen sich wiederholten. Abgesehen von solchen Bildern, wie das eines Läufers, Springers, eigneten sich hierzu physikalisch-mechanische Vorgänge, wie die Wellenbewegung. Für solche fand denn auch die stroboskopische Scheibe in ihren verschiedensten Formen bald Eingang in den Unterricht¹⁾.

Anwendung der Photographie zur Herstellung von Reihenbildern.

a) Aufnahmeapparate mit mehreren Objektiven.

Eine neue Etappe beginnt nun mit den Versuchen, die Bewegung durch photographische Aufnahmeapparate in Teilbilder aufzulösen und diese der Natur unmittelbar abgelassen Bilder vorzuführen. Noch mußten diese Vorschläge allerdings längere Zeit unausgeführt bleiben; waren sie ihrer Zeit doch insofern vorausgeeilt, als dieser noch nicht die photographischen Hilfsmittel zur Herstellung der Aufnahmen in hinreichend kurzer Zeit zur Verfügung standen.

¹⁾ Siehe neben den Hinweisen von Plateau und Uchatius a. a. O. auch Poggendorffs Annalen, 67, S. 271 (T. Müller), 88, S. 229 (R. Poppe), 89, S. 249 (Rollmann).

Du Mont. Am 2. Mai 1861 meldete du Mont ein französisches Patent an auf einen photographischen Apparat zur Nachbildung der aufeinanderfolgenden Phasen einer Bewegung. Die photographischen Platten sollten an einem endlosen Bande befestigt sein; dieses Band bewegte sich so, daß jede einzelne Platte kurze Zeit hinter dem Aufnahmeobjektiv still stand; während dieser Zeit gab eine mit einer Belichtungsöffnung versehene, mit dem Fortschaltmechanismus des Bandes zwangsläufig verbundene Verschußplatte das Objektiv zur Belichtung frei. Für die Vorführung der Bilder wurde ein ähnlich gebauter Apparat in Vorschlag gebracht, der dem Phaenakistiskop Plateaus nachgebildet war.

Ducos du Hauron. Nur drei Jahre später, am 1. März 1864, tritt dann der für die Ausbildung der Farbenphotographie so bedeutsam gewordene Franzose Ducos du Hauron gleichfalls in einem französischen Patent mit einem neuen Aufnahme- und Vorführungsapparat hervor. Allerdings bedeutet dieser in einer Hinsicht einen Rückschritt, nämlich insofern nicht ein Aufnahmeobjektiv benutzt werden sollte, sondern jedem Bildfeld ein eigenes Objektiv zugeordnet war. Bei körperlichen Gebilden müssen mithin für die einzelnen Teilbilder stereoskopische Abweichungen störend auftreten; allerdings kann alsdann eine ruhende photographische Platte benutzt werden, die nacheinander auf den einzelnen Bildfeldern belichtet wird. Hierdurch wurde die mechanische Ausbildung des Apparates wesentlich vereinfacht. Eine größere Zahl von Objektiven, z. B. 32, sind hier in passendem Abstand vor der photographischen Platte angeordnet. Ein Verschuß gibt für kurze Zeit in der durch die Zahlen 1 bis 32 angegebenen Reihenfolge jede einzelne Linse frei. Als Verschuß sollte ein Rolltuch wirken, das vor den Linsen 1 bis 16 von oben nach unten, vor den Linsen 17 bis 32 von unten nach oben hin lief. Die Zahl der Linsen und die Geschwindigkeit des Verschlusses muß so bemessen sein, daß der ganze aufzunehmende Vorgang, der auch hier als eine in sich zurückkehrende Bewegung gedacht ist, abgelaufen ist, sowie der Verschuß die letzte Linse freigegeben und wieder geschlossen hat. Eine unmittelbare Kopie des so gewonnenen Negatives hätte sich nur wenig zur Betrachtung geeignet. Ducos du Hauron schlug deshalb vor, von diesen Negativen Papierpositive herzustellen, die auf einem langen Bande nebeneinander lagen. Das Band wurde von einer Trommel abgewickelt, lief hierauf ein längeres Stück eben und wurde dann auf einer zweiten Trommel wieder aufgewunden. Die Betrachtung erfolgte durch parallel dem Bande geführte und von diesem mitgenommene Schlitz hindurch, ähnlich wie bei dem Phaenakistiskop. Arbeitete man mit zwei Aufnahmeapparaten, welche in passendem Abstand nebeneinander standen und synchron angetrieben wurden, so konnte man stereoskopische Bilder gewinnen, die beim Kopieren nebeneinander auf das Positivband gebracht wurden und so ein räumliches, belebtes Bild ergaben¹⁾.

Muybridge. Ein eifriger und glücklicher Mitarbeiter auf dem Gebiete der Reihenbilderaufnahmen war in dem kalifornischen Tierzüchter Muybridge

¹⁾ Näheres siehe: Rosen, Le Cinematographie, S. 15 ff., wo der Apparat nach dem französis. Patent mit seinen Einzelheiten beschrieben und abgebildet ist.

erstanden, der sich dem Studium der Bewegungen der Tiere, und zwar im besonderen des Pferdes gewidmet hatte. Es handelte sich für ihn darum, durch eine Reihe rasch hintereinander gemachter photographischer Aufnahmen die Stellungen des Tierkörpers kennen zu lernen. Zu diesem Zwecke wurde ein vor einer langen weißen Wand vorbeigaloppierendes Pferd mittels einer großen Zahl photographischer Kameras — bis 30 —, deren optische Achsen alle einander parallel und senkrecht zur Wand gerichtet waren, aufgenommen. Die Verschlüsse wurden unter Verwendung von Drähten, die das Pferd beim Vorübergaloppieren berührte, elektromagnetisch ausgelöst. Muybridge begann seine Versuche schon zu einer Zeit, als die nasse Kollodiumplatte die einzige bekannte Aufnahmeschicht war; seine ersten Bilder waren deshalb schwarze Silhouetten auf dem Hintergrund der weißen Wand. Als später die Trockenplatte bekannt wurde, benutzte er natürlich diese und kam so bereits im Jahre 1883 zu durchgearbeiteten Teilbildern der Bewegung von Vierfüßlern, Vögeln und Amphibien. Den weiteren Schritt, diese Teilbilder in einem bewegten Bilde vorzuführen, machte Muybridge nicht, dazu waren seine großen Teilbilder nicht geeignet.

Anschütz. Auf der von Muybridge betretenen Bahn schritt O. Anschütz von 1886 an erfolgreich weiter, indem er dazu überging, die Teilbilder so herzustellen, daß ihre Vereinigung ein völliges Bild der Bewegung ergab. Er griff also den Gedanken wieder auf, den Ducos du Hauron 20 Jahre früher angedeutet hatte. 24 kleine Kameras mit Platten von 8×8 cm, deren Verschlüsse gleichfalls elektromagnetisch durch das sich bewegende Objekt ausgelöst wurden, dienten zur Aufnahme. Zur Vorführung wurden die 24 Glasdiapositive auf eine Scheibe gesetzt, die vor der Schauöffnung vorbeigedreht wurde. Die Beleuchtung erfolgte durch eine hinter der Scheibe gegenüber der Schauöffnung angebrachte Geisslersche Röhre, die durch einen auf der Achse der Scheibe sitzenden Kontakt für kurze Zeit dann aufleuchtete, wenn jedes Diapositiv mitten im Bildfeld sich befand. Dieser im Jahre 1889 unter dem Namen Elektro-Tachyskop in die Öffentlichkeit getretene Apparat machte als erster wenigstens in Europa weitere Kreise mit dem sich bewegenden Bilde, das aus photographisch gewonnenen, also naturwahren Teilbildern sich zusammensetzte, bekannt.

Londe und Sébert. Wenn die Vorschläge von Ducos du Hauron auch wenig beachtet wurden — finden wir sie doch sogar in den Werken seiner Landsleute Fabre (Traité encyclopédique de Photographie) und Davanne (La Photographie) überhaupt nicht erwähnt —, so arbeitete man in Frankreich doch schon frühzeitig auf diesem Gebiete weiter. Tatsächlich schließen sich die Apparate von A. Londe (1883), Sébert (1890) eng an den von Ducos du Hauron an, insofern auch bei ihnen eine größere Zahl von Objektiven mit ruhender Aufnahmeschicht vorhanden ist. Allerdings war die Zahl der möglichen Teilbilder sehr beschränkt; so gestattete der Apparat von Londe nur zwölf Einzelbilder. Als Verschuß diente eine mit einer Belichtungsöffnung versehene Kreisscheibe, welche konzentrisch zu den im Kreise angeordneten Objektiven und Kassetten drehbar war. Die Bewegung der Verschußscheibe konnte durch einen Elektromagneten mittels eines Metronoms geregelt werden. Der Apparat wurde vornehmlich für medizinische Zwecke benutzt. Sébert arbeitete mit sechs im Kreis angeordneten Kameras, deren Verschlüsse durch

einen im Mittelfeld des Kreises angeordneten rasch laufenden Motor nacheinander in Tätigkeit gesetzt wurden.

Kohlrausch¹⁾. Der Apparat für Reihenaufnahmen von E. Kohlrausch nimmt in einer wie der von Leprince in einer andern Hinsicht eine Zwischenstellung zwischen den Apparaten mit einer größeren Anzahl von Objektiven und jenen mit nur einem Objektiv ein. Kohlrausch hat es vermieden, daß die Aufnahmen alle von einem andern Ort aus aufgenommen werden, indem er eine größere Anzahl von Kameras, etwa 24, auf einer vertikalen, um eine horizontale Achse drehbaren Scheibe im Kreise so angeordnet hat, daß die optischen Achsen aller Kameras parallel zur Drehachse laufen. Vor den Objektiven befindet sich eine gemeinsame Verschlußplatte mit einem Belichtungsspalt. Dreht man die Scheibe einmal herum, so gelangen alle Objektive einmal für kurze Zeit hinter den Belichtungsspalt und es entsteht alsdann ein Teilbild, dessen Belichtungszeit abhängig ist von der Drehungsgeschwindigkeit und der Spaltbreite. Da während der Belichtung sich die Objektive und Platten im gleichen Sinne um die geringe Breite der freien Öffnung des sehr kurzbrennweitigen Objektivs verschieben, so müssen die Bilder, ganz abgesehen von den Bewegungen des Objektes, eine gewisse Unschärfe zeigen. Um mehrere Bildreihen, wenn auch in kleinen Pausen, nacheinander machen zu können, war vorgeschlagen, Kassetten zu benutzen, die um eine zur photographischen Achse senkrechte Mittelpunktachse in ihren Kameras, bzw. auf der Grundplatte drehbar sind. Dann konnte man für jede Serie ein Viertel oder ein Sechstel der ganzen Platte benutzen, die Kassettenachsen alsdann um 90° oder 60° drehen und wieder eine Serie aufnehmen usw. Die Objektive mußten dann natürlich in dem Apparate von ihren Kassetten getrennt so sitzen, daß sie zu deren Drehachsen exzentrisch waren.

Leprince. Bei dem Apparat von Leprince finden wir zum ersten Male das Element bei dem Reihensbilderapparat, das kurze Zeit später dem Kinematographen seinen Siegeszug ermöglichte, nämlich den bandförmigen, lichtempfindlichen Streifen. Ein lichtempfindliches breites Band war auf eine Trommel nach Art der Rollkameras aufgespult, war dann auf einem längeren Stück eben geführt und hierauf zu einer Aufwickeltrommel weiter geleitet. Allerdings stand Leprince noch unter dem Banne, daß eine Vielzahl von Objektiven — etwa 16 in vier Reihen — notwendig seien, denen dann ebensoviele Verschlüsse zugeordnet waren. Sowie auf allen Bildfeldern die Aufnahmen gemacht waren, wurde das Band um vier Bildhöhen weiterschaltet und das Spiel begann von neuem. Auch der Projektionsapparat, bei dem die durchsichtigen Positive auf einem beiderseits gelochten und von Stifwalzen fortgeschalteten Bande befestigt waren, hatte die gleiche Anzahl von Projektionsobjektiven und hinter jedem Bildfeld einen Kondensator und eine Lichtquelle²⁾. Der Schritt zum Einfachen wurde noch nicht gewagt; trotzdem aber läßt sich nicht verkennen, daß von diesem Apparat zum Urtyp des modernen Kinematographen mit einem Objektiv und absatzweise geschalteten Film ein heute scheinbar außerordentlich leicht zu fassender Gedanke hinüber leitet.

¹⁾ Deutsches Patent 57.133, Photograph. Mitteilungen 1891, Seite 306.

²⁾ Brit. Pat. 423 vom J. 1888.

b) Der erste rasch arbeitende photographische Reihenapparat mit einem Objektiv.

Marey. Um zu diesem zu gelangen, war es aber notwendig, daß man sich endgültig frei machte von der Annahme, daß nur eine größere Anzahl von Objektiven es gestattete, rasch hintereinander Aufnahmen herzustellen. Den Weg hat hier der Astrophysiker Janssen gelegentlich seiner Beobachtung des Venusdurchganges vor der Sonne im Jahre 1874 angedeutet und der französische Physiologe Marey dann durch die Konstruktion seiner photographischen Platte rüstig weiter verfolgt. Mit ihr photographierte er die Flugbewegung der Vögel vom Jahre 1882 an. Eine kleine photographische Platte wird durch ein Uhrwerk um eine senkrecht zur Plattenebene liegende Achse rasch gedreht, und zwar so, daß sie während eines vollen Kreislaufes, der innerhalb einer Sekunde zurückgelegt wird, zwölfmal stillsteht. Während dieses Stillstandes wird jedesmal ein Bildfeld von 1 cm² durch eine gelochte Verschlußplatte für die Dauer von $\frac{1}{720}$ Sekunde zur Belichtung freigegeben.

Der ganzen Vorrichtung war die Form einer kleinen Flinte gegeben. Konnte sie wegen ihrer Kleinheit auch nicht so vollkommene Bilder liefern, wie sie Muybridge und Anschütz zuwege brachten, so war sie dafür doch weit handlicher und ergab wichtige Aufschlüsse besonders über den Vogelflug.

Mit den Apparaten von Marey beginnt eine Zeit überaus fruchtbaren Arbeitens auf dem Gebiete der Herstellung und Vorführung bewegter Bilder. Die Literatur über die Kinematographie ist der Hauptsache nach in den Patentschriften zerstreut und aus diesen nur zum Teil in die photographischen und mechanischen Zeitschriften übergegangen. An zusammenfassenden Werken seien die folgenden genannt:

Jacques Ducom, *Le Cinématographie scientifique et industriel*, Paris 1911, 335 Seiten.

Henry V. Hopwood, *Living Pictures*, London 1899, 275 Seiten.

H. Lehmann, *Die Kinematographie (Aus Natur und Geisteswelt)*, Leipzig 1911, 117 Seiten.

F. Paul Liesegang, *Handbuch der praktischen Kinematographie*, Leipzig I. Aufl. 1908, 322 Seiten. III. Aufl. 1912, 477 Seiten.

Derselbe, *Das lebende Lichtbild*, Leipzig 1910, 30 Seiten.

Léopold Löbel, *La Technique Cinématographique*, Paris 1912, 323 Seiten.

Karl Marbe, *Theorie der kinematographischen Projektionen*, Leipzig 1910, 80 Seiten.

J. Rosen, *Le Cinématographe*, Paris 1911, 142 Seiten.

Eug. Trutat, *La photographie animée*, Paris 1899, 185 Seiten.

K. W. Wolf-Czapiek, *Die Kinematographie*, Dresden 1908, 120 Seiten.

Die zurzeit erscheinenden Zeitschriften, wie „Der Kinematograph“, „Lichtbildbühne“, „Bild und Film“ und ähnliche im Ausland dienen lediglich oder fast ausschließlich den Interessen der Kinoschausteller, kommen also für die Zwecke dieses Buches nicht in Betracht.

III. Die mit einem Film ausgerüsteten Kinematographen.

In das Jahr 1889 fällt der Vorschlag von Friese-Greene, zur Aufnahme von photographischen Reihenbildern sich eines Hilfsmittels zu bedienen, das damals gerade in die Phototechnik eingeführt war, nämlich der Zelluloidfilm. Der leichte, dünne Film gestattet im Gegensatz zur Glasplatte in beschränktem Raum eine große Menge der lichtempfindlichen Schicht unterzubringen und das geringe Gewicht erlaubt im Verein mit der Biegsamkeit des Trägers die kleinen, jeweils zur Belichtung notwendigen Filmstücke mit großer Geschwindigkeit in die Belichtungsstellung zu bringen, sie dort unbeweglich festzuhalten, ohne daß große Massen anzuhalten wären und sie alsdann ebenso rasch wieder weiterzufördern. Überwiegt der Film auch in der Kinotechnik so sehr, daß man ihn — pars pro toto — als Vertreter des Kinematographen ansieht, so ist er trotzdem nicht Alleinherrscher im Reiche der lebenden Photographien. Die Entwicklung ist hier vielmehr in der letzten Zeit rückläufig geworden, und zwar insofern, als man versucht, die lange in der Kinematographie völlig außer acht gelassene Platte hier wieder zu Ehren zu bringen. Erweckt der Filmkino auch das überwiegende Interesse, so sind trotzdem die andern Apparate auch zu berücksichtigen.

Einteilung der Kinematographen. In Rücksicht auf die Fläche, welche die Bilder bei der Aufnahme empfängt, bzw. auf welcher die zur Vorführung kommenden Bilder sich befinden, können wir vier verschiedene Arten unterscheiden. Die Fläche kann

A. ein langes schmales Band aus einem biegsamen Stoff sein, also ein Film oder ein Streifen Papier; die Bildfläche kann

B. auf dem Umfang einer Trommel sich befinden, sie kann

C. auf einer Kreisscheibe liegen, welche die Teilbilder in konzentrischen Kreisen oder längs einer Spirallinie aufweist oder es kann

D. eine rechteckige Platte benutzt werden, und zwar entweder in der Weise, daß eine große Zahl solcher Platten vorhanden ist, deren jede ein Teilbild trägt, oder auf einer einzigen Platte ist eine große Zahl von Teilbildern im Zickzack in vielen parallelen Reihen angeordnet.

Filmapparate. Zunächst mögen die mit einem langen, schmalen Bildband ausgerüsteten Kinematographenapparate betrachtet werden, weil diese die weiteste Verbreitung haben und für die Entwicklung der Kinematographentechnik hauptsächlich von Bedeutung sind. Das Bildband wird durch eine Antriebsvorrichtung vor einem meist rechteckigen Ausschnitte, dem sogenannten Bildfenster, vorbeigeführt, während es von einer Vorratsrolle auf

eine Aufnahmerolle gewickelt wird. Bei den Apparaten mit endlosem Bande fallen diese Rollen entweder beide fort; der größte Teil des Bandes ist dann in einem Vorratsbehälter in regelloser oder regelmäßiger Anordnung aufbewahrt; oder es ist eine einzige Bandspule vorhanden, deren innerste Windung durch eine lange Schleife mit der äußersten in Verbindung steht. Für die Dauer der Belichtung (Aufnahme) oder Beleuchtung (Vorführung) des Bandes im Bildfenster muß der dort befindliche Teil des Bandes festgehalten werden. Dies kann entweder mechanisch oder optisch geschehen, d. h. im ersten Falle steht der betreffende Teil des Bildbandes tatsächlich für kurze Zeit stille; die Hauptmasse des Bildbandes aber, insbesondere die schweren Trommeln werden auch hier stetig bewegt. Im zweiten Falle wird durch optische Hilfsmittel die Bewegung des Bildbandes im Bildfenster ausgeglichen.

Man kann deshalb alle Kinematographen in zwei große Gruppen einteilen; nämlich

a) solche, bei denen die photographische Schicht im Bildfenster absatzweise und

b) solche, bei denen sie auch im Bildfenster stetig bewegt wird. Es ist die an erster Stelle genannte Anordnung für die Praxis weitaus die wichtigere, wengleich die Apparate mit stetig bewegtem Bande deshalb technisch sehr interessant sind, weil an dem optischen Ausgleich der Bildwanderung sich eine große Zahl von Konstrukteuren schon versucht hat, ohne daß es ihnen allerdings gelungen ist, ihren Produkten weitere Verbreitung zu sichern.

Für die absatzweise Fortschaltung des Bildbandes im Bildfenster sind wohl die meisten der überhaupt möglichen Konstruktionen wenigstens in der einen oder andern Ausführungsform vorgeschlagen worden. Wir unterscheiden hier Kinematographen mit:

α) einem mit dem Bildbande dauernd in Eingriff stehenden Stiftrade, das von einem stetig gedrehten Apparatenteil seine absatzweise Bewegung erhält;

β) einem ständig bewegten Greifer, der mit dem Bildbande nur zeitweise in Eingriff kommt;

γ) einem ständig bewegten Schläger oder Nocken, der nur auf einem Teil seiner Bahn auf das Bildband stoßweise einwirkt, und

δ) einer sogenannten Lückenwalze, welche zwar ständig gedreht wird, aber an ihrem Umfang so ausgebildet ist, daß sie nur während eines Teiles ihrer Bewegung das Bildband erfäßt. (Reibungsscheibe.)

Das Bildband (der Film) trägt meistens am Rande Lochreihen, in welche Räder mit ihren Zähnen (Stiften) eingreifen, um es weiter zu bewegen. Von diesen Rädern interessiert für unsere Zwecke nur eines, nämlich das unmittelbar hinter der Belichtungsstelle (Bildfenster) befindliche, und dieses soll hier als Stiftrad oder Stifwalze bezeichnet sein.

Die zum Antrieb der Stifwalzen benutzten Vorrichtungen zum Ableiten einer absatzweisen Bewegung aus einer stetigen Bewegung können zum Teil auch Anwendung finden zum schrittweisen Fortschalten der oben unter B, C und D erwähnten Trommeln, Kreisscheiben und eckigen Platten.

Die mechanischen Hilfsmittel zum absatzweisen Fortschalten des Bildes im Bildfenster.

Nicht das ganze Bildband, sondern nur ein kurzes Stück unterliegt der absatzweisen Fortschaltung. Wollte man das ganze, oft kilogrammschwere Band der absatzweisen Schaltung unterwerfen, so müßte man einerseits Kräfte anwenden und andererseits Kräfte abbremesen, welche außerordentlich groß wären, den Apparat groß und schwer machten und ihn rascher Abnutzung aussetzten. Für den Bau des Fortschaltwerkes sind folgende Gesichtspunkte maßgebend. Besonders bei den Vorführungsapparaten soll die Zeit des Stillstandes im Verhältnis zu der für das Wegziehen notwendigen Zeit sehr lang sein. Da nun in der Sekunde mindestens zwölf Bilder, zuweilen aber auch bis zu 20 und mehr Bilder vorgeführt werden und, wenn möglich, die Zeit des Stillstandes mindestens doppelt so groß sein soll als die Zeit, während welcher das Bildband im Bildfenster in Bewegung ist, so folgt hieraus, daß für den Bilderwechsel jedesmal höchstens $\frac{1}{30}$ Sekunde, zuweilen aber auch nur $\frac{1}{100}$ Sekunde zur Verfügung steht. Wenn nun auch die Masse des der absatzweisen Bewegung unterliegenden Filmteiles sehr klein und der Weg jedesmal nur etwa 19 mm ist, so sind die Kräfte, welche an dem Bildband wirksam werden, gleichwohl recht groß. Berücksichtigt man nun, daß der Film nur 0.1 mm dick ist und wenigstens der Positivfilm immer und immer wieder auf seinen Wanderungen durch die Kinotheater vorgeführt wird, so erkennt man, daß der Konstrukteur den Hauptwert darauf legen muß, den die absatzweise Förderung des Films im Bildfenster bewirkenden Teil des Apparates möglichst sorgfältig auszubilden.

Aber nicht nur die Schonung des Films ist hier maßgebend, auch die desjenigen Teiles des Werkes, der das Bild ruckweise bewegt, kommt in Betracht. Hier ist der Apparat einer sehr starken Abnutzung unterworfen. Wird diese nun aber nicht in engen Grenzen gehalten, so bekommen die einzelnen Teile gegeneinander Spiel. In diesem Falle steht der Film nicht absolut fest im Fenster und das Bild auf dem Projektionsschirm zeigt bei der angewandten starken Vergrößerung eine unerträgliche Unruhe.

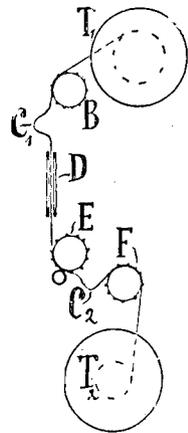


Abb. 1.

Abb. 1 stellt das Schema der Bandführung eines Kinetographen dar. Die Bewegung des Bildbandes erfolgt im allgemeinen so, daß es durch eine stetig gedrehte Vorwickelwalze B, welche mit Stiften in die Randlöcher des Bandes eingreift, der Vorrattstrommel T_1 entnommen und dem Bildfenster D zugeführt wird, aber vor diesem stets eine freie Schleife C_1 bildet. Durch das hinter dem Bildfenster befindliche, die absatzweise Bewegung des Bandes im Bildfenster ausführende Glied E wird nun jedesmal in verhältnismäßig sehr kurzer Zeit ein der Höhe eines Filmbildes entsprechendes Stück dieser Schleife weggenommen. Solange das Bild

im Fenster dann stillsteht, wird die Schleife durch die Vorwickelstrommel wieder ergänzt. Hinter dem absatzweise schaltenden Glied E bildet das Band eine

zweite Schleife C_2 , von der es durch die stetig umlaufende Walze F der Aufwickelstrommel T_2 zugeführt wird.

Alle stetig gedrehten Teile stehen in ständiger Verbindung miteinander. Nur vor die Aufwickelstrommel T_2 pflegt eine elastische Kuppelung gesetzt zu werden; denn mit der Zeit wächst der Umfang der äußersten Windung, auf welche das Band aufläuft, es würde also, wenn diese Trommel mit dem Werk zwangsläufig und nicht nur kraftschlüssig gekuppelt wäre, das Band schließlich abreißen. Bei kleinen Apparaten fehlt übrigens meist diese Trommel, das Band fällt dann frei in Falten in einen Korb.

Wenn als unterscheidendes Element hier für eine Gruppe von Apparaten das Stiftrad angeführt ist, so soll das nicht heißen, daß dieses Rad das Mittel ist, durch welches die absatzweise Bewegung erzeugt wird; es ist vielmehr das Glied, welches diese Bewegung auf das Bildband überträgt. Das Rad kann nur in Verbindung mit ganz bestimmten Zwischengetrieben verwendet werden und insofern bildet das Stiftrad das unterscheidende Moment.

a) Das Stiftrad.

a) Maltesergesperre.

In den meisten Fällen empfängt das Stiftrad seine Bewegung von einem unter dem Namen Maltesergesperre bekannten Einzahngetriebe. Dieser Name rührt von der eigenartigen, dem Ordensabzeichen der Malteserritter ähnlichen Kreuzform her, welche der eine Teil dieses Gesperres in vielen Fällen hat; er wird auch dann beibehalten, wenn diese äußere Form verlassen, das Grundprinzip des ganzen Gesperres beibehalten wird. In mechanischer Hinsicht fällt hier auf, daß die Teile, welche das Stiftrad absatzweise schalten, mit jenen, die es zwischen zwei aufeinanderfolgende Schaltungen sperren, eng miteinander verknüpft sind.

Theorie des Maltesergesperres. Bei der Bedeutung, welche das Maltesergesperre für die Kinetik hat, dürfte es sich lohnen, im folgenden die bei ihm auftretenden Geschwindigkeitsverhältnisse und ihren Einfluß auf die Beanspruchung des Bandes näher zu erörtern.

Das Maltesergesperre (Abb. 2) besteht aus zwei Teilen, dem Einzahnrad P und der Schlitzscheibe Q; mit dieser ist auf gleicher Achse gekuppelt das hier nicht gezeichnete Stiftrad, welches mit den an seinem Umfang befindlichen Stiften in die am Rande des Films angebrachten Fortschaltlöcher eingreift. An der Schlitzscheibe finden sich die Schlitzlöcher C, in welche der Einzahn Z auf einem Teil seiner Bahn eingreift. Während der übrigen Zeit ist die Schlitzscheibe und mit ihr das Stiftrad und das Bildband gegen Drehung dadurch gesichert, daß die an der Schlitzscheibe befindlichen Bogenstücke D an dem Umfang eines mit dem Einzahnrad konachsialen Kranzes anliegen. Eine in diesem vorhandene Aussparung F gestattet während der Drehung der Schlitzscheibe den Vorbeigang der zwischen den Bogenstücken D liegenden vorspringenden Spitzen.

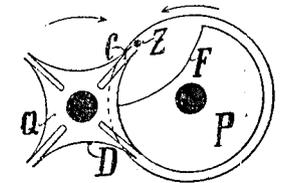


Abb. 2.

Die Schlitzlöcher verlaufen meistens gegen den Mittelpunkt der Schlitzscheibe Q; die folgenden Ableitungen beziehen sich auf diesen Fall.

Für die Form der Bewegung der Schlitzscheibe sind folgende Größen maßgebend:

1. Der Bogen, den der Ein Zahn während seines Eingriffes mit der Schlitzscheibe beschreibt (2 A) (Abb. 3),

2. der diesem Bogen entsprechende Bogen der Schlitzscheibe, also der Winkel, den zwei aufeinanderfolgende Schlitz bilden (2 B),
 3. der Winkel, den ein jeder Schlitz bei Beginn des Eingriffes des Ein Zahnes mit dem Radius des Ein Zahnes an jener Stelle bildet (γ).

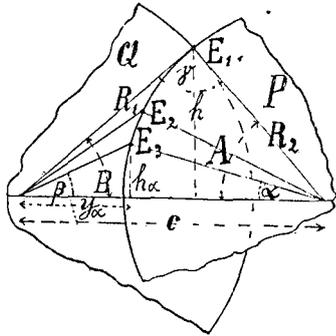


Abb. 3.

Es seien ferner (Abb. 3):
 R_1 der Radius der Schlitzscheibe,
 R_2 der Radius der Bahn des Ein Zahnes,
 C der Abstand der Mittelpunkte des Ein zahnrades P und der Schlitzscheibe Q ,
 α der Winkel zwischen C und dem Radius nach dem Ein Zahn für eine jede beliebige Stellung,
 β der Winkel zwischen C und dem vom Ein Zahn ergriffenen Schlitz für den Winkel α ,
 E_1, E_2, E_3 drei verschiedene Stellungen des Ein Zahnes,
 h das Lot von der Eintrittsstelle E_1 des Ein Zahnes in den Schlitz auf die Mittellinie beider Kreise und h_α das Lot für die beliebige Stellung E_2 , zu der die Winkel α und β gehören,
 y_α der Abstand des Fußpunktes des Lotes h_α von der Mitte der Schlitzscheibe Q .
 Nach dem auf schiefwinklige Dreiecke angewendeten Pythagoräischen Lehrsatz ist,

wenn gesetzt wird:
$$S = \sqrt{\frac{R_1^2}{R_2^2} - 2 \frac{R_1}{R_2} \cos \gamma + 1},$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \alpha}{S - \cos \alpha} \dots \dots \dots (I)$$

Um den Verlauf der Werte zu ermitteln, die β während des Eingriffes des Ein zahnrades zu aufeinanderfolgenden Zeiten annimmt, genügt es, die Beziehungen zwischen β und α zu ermitteln; denn die Bewegung des Ein Zahnes erfolgt proportional der Zeit, es ist also $\alpha = M \cdot t$, wo M ein später weiter zu betrachtender Faktor ist. Wir bilden deshalb das erste und zweite Differential von β nach α und erhalten so Werte, welche zwar nicht die Winkelgeschwindigkeit, bzw. Winkelbeschleunigung der Schlitzscheibe selbst sind, wohl aber diesen proportional sind. Da der Winkel β umgekehrt der Drehung im Winkel α läuft, so ist $d\beta$ bei positivem $d\alpha$ negativ zu nehmen.

Hieraus ergibt sich wegen $d \operatorname{arc} \operatorname{tg} \psi = 1/(1 + \psi^2) \cdot d\psi$:

$$d\beta = \frac{S \cos \alpha - 1}{S^2 - 2S \cos \alpha + 1} d\alpha \dots \dots \dots (II)$$

$$d^2\beta = \frac{S(1 - S^2) \sin \alpha}{57,3^0 (S^2 - 2S \cos \alpha + 1)^2} d\alpha^2 \dots \dots \dots (III)$$

Um zu zahlenmäßigen Werten von $d\beta$ und $d^2\beta$ zu kommen, seien folgende Spezialfälle behandelt, in denen immer $R_1 = R_2$ ist:

- a) Die Schlitzscheibe hat 4 Schlitz; $A = B = 45^0$
- b) " " " 5 " $A = B = 36^0$
- c) " " " 6 " $A = B = 30^0$
- d) " " " 9 " $A = B = 20^0$

Um noch einen Fall anzuschließen, bei dem der Radius des Ein Zahnes verschieden ist von dem der Schlitzscheibe, also auch A nicht gleich B , so sei noch auf diesen Fall eingegangen, in dem

- e) die Schlitzscheibe 6 Schlitz hat; $A = 60^0, B = 30^0, R_1 = R_2 \sqrt{3}$.

Die Tabellen I und II geben nun fortschreitend um je $1/10$ des Bogens A die Werte für die Winkelgeschwindigkeiten $d\beta$, bzw. die Winkelbeschleunigungen $d^2\beta$ der Schlitzscheibe vom Beginn der Bewegung dieser Scheibe bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Schlitz in die Verbindungslinie der Mittelpunkte des Ein zahnrades und der Schlitz-

scheibe fällt. Für die sich dann anschließende zweite Hälfte der Bewegung gelten die Tabellen, wenn man sie von unten nach oben liest.

Tabelle I.

a/A	$R_1 = R_2$				$R_1 = R_2 \sqrt{3}$ e) 6 Schlitz $\gamma = 90^0$
	a) 4 Schlitz $\gamma = 90^0$	b) 5 Schlitz $\gamma = 108^0$	c) 6 Schlitz $\gamma = 120^0$	d) 9 Schlitz $\gamma = 140^0$	
	$A = B = 45^0$	$A = B = 36^0$	$A = B = 30^0$	$A = B = 20^0$	$A = 60^0, B = 30^0$
	$d\beta =$	$d\beta =$	$d\beta =$	$d\beta =$	$d\beta =$
1,0	0,000 $d\alpha$	0,309 $d\alpha$	0,500 $d\alpha$	0,766 $d\alpha$	0,000 $d\alpha$
0,9	0,090	0,414	0,597	0,822	0,066
0,8	0,202	0,534	0,696	0,877	0,146
0,7	0,351	0,674	0,798	0,929	0,240
0,6	0,542	0,828	0,916	0,978	0,350
0,5	0,790	1,000	1,030	1,025	0,477
0,4	1,111	1,172	1,145	1,062	0,614
0,3	1,504	1,340	1,235	1,095	0,755
0,2	1,918	1,485	1,298	1,115	0,879
0,1	2,270	1,590	1,342	1,133	0,967
0,0	2,410	1,618	1,365	1,136	1,000

Tabelle II.

a/A	$R_1 = R_2$				$R_1 = R_2 \sqrt{3}$ e) $\gamma = 90^0$
	a) $\gamma = 90^0$	b) $\gamma = 108^0$	c) $\gamma = 120^0$	d) $\gamma = 140^0$	
	$A = B = 45^0$	$A = B = 36^0$	$A = B = 30^0$	$A = B = 20^0$	$A = 60^0, B = 30^0$
	$d^2\beta =$	$d^2\beta =$	$d^2\beta =$	$d^2\beta =$	$d^2\beta =$
1,0	1,00 $d^2\alpha$	1,54 $d^2\alpha$	1,73 $d^2\alpha$	1,63 $d^2\alpha$	0,578 $d^2\alpha$
0,9	1,28	1,79	1,88	1,60	0,690
0,8	1,64	2,12	2,01	1,56	0,825
0,7	2,14	2,34	2,11	1,47	0,980
0,6	2,78	2,59	2,14	1,35	1,125
0,5	3,59	2,78	2,08	1,20	1,290
0,4	4,51	2,78	1,92	1,01	1,425
0,3	5,29	2,54	1,61	0,79	1,290
0,2	5,14	1,97	1,17	0,54	1,060
0,1	3,41	1,09	0,61	0,14	0,605
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000

Steht die Bahn des Ein Zahnes senkrecht zum Schlitz beim Eintritt in diesen, so beginnt die Schaltgeschwindigkeit des Bildbandes mit Null (Fall a und e); in allen anderen Fällen setzt sie mit merklichen, und zwar ansteigenden Geschwindigkeiten stoßweise ein, die um so größer sind, je kleiner die Bogen A und B sind. Ist $a/A = 0$, d. h. hat der Ein Zahn die Hälfte seines Weges zurückgelegt, so hat die Bandgeschwindigkeit ihr Maximum, die Bandbeschleunigung ein Minimum.

Man arbeitet bei allen Fortschaltvorrichtungen im allgemeinen darauf hinaus, die dem Bogen $2A$ entsprechende Dunkelpause möglichst klein zu machen im Verhältnis zur Zeit, während welcher das Bild stillsteht; letztgenannte Zeit entspricht dem Bogen $360^0 - 2A$. Wir wollen die vorstehenden Beispiele nun unter der Voraussetzung betrachten, daß die Winkelgeschwindigkeiten der Ein zahnräder in allen Fällen gleich, also die Dunkelpausen verschieden groß seien, und zwar erhalten wir dann, wenn die Zeit eines vollen Ein zahnlaufes T ist, für die Dunkelpausen in den Fällen a) bis d)



die Werte $\frac{1}{4} T$, $\frac{1}{5} T$, $\frac{1}{6} T$, bzw. $\frac{1}{9} T$. Die Werte der Winkelgeschwindigkeiten von α sind gegeben durch $d\alpha/dt = const$ für alle vier Fälle. Damit aber trotz der verschiedenen Bogen $2B$, um welche die Stifträder während jedes Einzahneingriffes gedreht werden, die Bildbänder jedesmal um gleiche Längen geschaltet werden, müssen die Durchmesser der Stifträder sich umgekehrt verhalten wie die Bogen $2B$. Man erhält mithin die Werte der Geschwindigkeiten, bzw. der Beschleunigungen der Bildbänder, indem man in den Fällen a) bis d) die Werte von $d\beta$ und $d^2\beta$ multipliziert mit 1, bzw. $\frac{45}{36}$, $\frac{45}{30}$, $\frac{45}{20}$. Die so gewonnenen Zahlen sind in Tabellen III und IV zusammengestellt. Man erkennt aus ihnen, daß die Geschwindigkeiten des Bildbandes im Mittel — zwar bei dem Rad mit fünf, sechs und neun Schlitzen wesentlich größer sind als bei dem Rad mit nur vier Schlitzen, daß aber dies Maximum der Bandgeschwindigkeit nur bei dem Rad mit neun Schlitzen das Maximum der Bandgeschwindigkeit des Rades mit vier Schlitzen übersteigt. Ganz anders liegen die Verhältnisse für die Bandbeschleunigungen. Hier kommen wirklich große Werte nur bei dem Rad mit vier Schlitzen vor, während die Maxima wie auch die Mittelwerte für die drei anderen Räder wesentlich kleiner sind.

Tabelle III.

a/l	a) 4 Schlitze $1 \cdot d\beta$	b) 5 Schlitze $\frac{45}{36} \cdot d\beta$	c) 6 Schlitze $\frac{45}{30} \cdot d\beta$	d) 9 Schlitze $\frac{45}{20} \cdot d\beta$
1,0	0,000	0,386	0,750	1,724
0,9	0,090	0,518	0,896	1,852
0,8	0,202	0,667	1,011	1,973
0,7	0,351	0,842	1,196	2,090
0,6	0,542	1,035	1,373	2,200
0,5	0,790	1,250	1,545	2,308
0,4	1,111	1,464	1,717	2,390
0,3	1,504	1,674	1,853	2,465
0,2	1,918	1,856	1,948	2,510
0,1	2,270	1,990	2,016	2,550
0,0	2,410	2,023	2,047	2,558
Mittel:	0,798	1,250	1,499	2,238

Tabelle IV.

a/l	a) 4 Schlitze $1 \cdot d^2\beta$	b) 5 Schlitze $\frac{45}{36} \cdot d^2\beta$	c) 6 Schlitze $\frac{45}{30} \cdot d^2\beta$	d) 9 Schlitze $\frac{45}{20} \cdot d^2\beta$
1,0	1,00	1,91	2,59	3,67
0,9	1,28	2,24	2,82	3,60
0,8	1,64	2,65	3,02	3,51
0,7	2,14	2,92	3,17	3,31
0,6	2,78	3,24	3,21	3,04
0,5	3,59	3,48	3,12	2,70
0,4	4,54	3,48	2,88	2,27
0,3	5,29	3,17	2,42	1,79
0,2	5,14	2,46	1,76	1,22
0,1	3,41	1,36	0,92	0,32
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Mittel:	3,03	2,60	2,46	2,40

Während der schrittweisen Fortschaltung hat die in den Löchern des Bandes angreifende Kraft Widerstände verschiedener Art zu überwinden: einmal die

Reibung des Bildbandes im Bildfenster und gegebenenfalls an einer zwischen diesem und der Bandschleife liegenden Rolle; zum anderen die Steifigkeit des Bandes, welche dem Ausrecken der Schleife entgegenwirkt. Außerdem aber muß der Trägheitswiderstand in der Masse des Bandes überwunden werden, welcher die hohe Geschwindigkeit des Stiftrades erteilt wird. Für die Überwindung dieses Trägheitswiderstandes kommt nur die Beschleunigung in Betracht; denn bei einer Bewegung von gleichbleibender Geschwindigkeit, also bei beschleunigungsloser Bewegung, tritt ein Trägheitswiderstand nicht auf. Diese Widerstandsquelle läßt sich aber andererseits nicht durch gute Bauweise des Apparates beseitigen, während die reinen Reibungswiderstände sich in einem gut gebauten und gut im Stande gehaltenen Werk sehr herabdrücken lassen.

Man erkennt hieraus, daß bei zweckmäßigem Bau des Maltesergesperres schrittweise Fortschaltungen mit zur Dauer des Bildstillstandes kurzer Dunkelpause erreicht werden können, ohne daß eine Erhöhung der Abnutzung des Bildbandes gegenüber Apparaten mit verhältnismäßig großer Dunkelpause zu erwarten ist. Es ist hierbei noch zu berücksichtigen, daß unter übrigens gleichen Umständen die durch die Reibung im Gesperre selbst erzeugten, der Drehbewegung nicht zugute kommenden Drucke auf den Einzahn und die Schlitze, sowie auf die Achsen des Einzahnrades und der Schlitzscheibe um so geringer sind, je kleiner die Bogen A und B sind. Es heißt dies, daß durch Verminderung dieser Reibungen die Abnutzung des Gesperres selbst vermindert wird¹⁾.

Schräger Schlitz. Es ist nun keineswegs nötig, beim Maltesergesperre den Schlitz radial zu legen, man kann ihn auch schräg verlaufen lassen, und zwar so, daß der Schlitz beim Eintritt des Einzahnes tangential zu dessen Bahn liegt, beim Austritt diese aber unter einem Winkel schneidet, der etwa 60° sein mag (Abb. 4)²⁾. Man erreicht dadurch, daß das Maximum

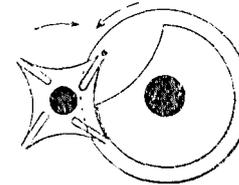


Abb. 4.

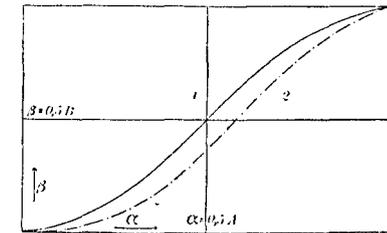


Abb. 4 a.

der Geschwindigkeit nicht bereits in der Mitte der Eingriffsdauer des Einzahnes erreicht wird, sondern erst später. Die Beschleunigungen werden dadurch geringer und dafür die Verzögerungen im zweiten kürzeren Teil der Fortschaltperiode bedeutend größer. Es mag bei dieser Anordnung, deren Diagramm Abb. 4 a für eine Scheibe mit sechs Schlitzen zeigt, bei der trotzdem die Radien der Schlitzscheibe und der Einzahnbahn gleich sind, wohl eine etwas günstigere Beanspruchung des Bildbandes sich erzielen lassen. Das Diagramm stellt die Änderung dar in dem Verlauf des Winkels β , die die Schrägstellung der Schlitze bewirkt. Die Kurve 1 gibt die Werte der Winkel β in ihrer Abhängigkeit von α für ein Gesperre folgender Bauart:

$$A = 45^\circ, \quad B = 30^\circ, \quad \gamma = 105^\circ$$

$$R_1 = 1,4142 \quad R_2, \quad S = 1,9315.$$

¹⁾ C. F. Das Malteserkreuz in seiner Anwendung bei den Kinematographen in: „Deutsche Mechaniker-Zeitung“ 1912, Seite 121 ff.

²⁾ Französ. Pat. 383.200 von A. Ch. Grosmaingin.

Die sechs Schlitzte sind nach dem Mittelpunkt der Schlitzscheibe gerichtet. Kurve 2 gibt die β -Werte für dieselbe Scheibe mit der Abänderung, daß die Schlitzte um 15° schräg gestellt sind. Sie verlaufen dann beim Eingriff des Einzahnes wieder tangential zu dessen Bahn. Während Kurve 1 symmetrisch zu den beiden Geraden $\alpha = 0.5 A$ und $\beta = 0.5 B$ verläuft, wird bei Kurve 2 der Wert $\beta = 0.5 B$ erst für $\alpha = 0.58 A$ erreicht. Die im zweiten Teil der Kurve eintretenden Verzögerungen der Bewegung der Stiftscheibe sind größer als die in dem ersten Teile auftretenden Beschleunigungen. Die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen des Bildbandes sind somit während der Periode der Bewegung mit wachsender Geschwindigkeit kleiner und während der Periode der abnehmenden Geschwindigkeit größer als bei Kurve 1. Es wird hierdurch zweifellos eine geringere Abnutzung des Bildbandes erzielt, und es erscheint nicht unwahrscheinlich, daß auf diesem Wege günstigere Formen des Maltesergesperres gefunden werden können, als sie bis jetzt in Anwendung sind.

Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit. Will man dem Einzahn eine möglichst große Winkelgeschwindigkeit geben, um die Dunkelpause zu verringern, so kann man verschiedene Wege einschlagen. So hat C. Buderus das Einzahnrad längs seiner Achse verschiebbar gemacht; durch eine Kulisse wird es längs seiner Achse gegen die Schlitzscheibe vor- und von dieser wieder zurückgeschoben. Nur in seiner der Schlitzscheibe nächsten Lage greift es in diese ein. Das Kreuz wird also nur einmal weiterschaltet, nachdem der Einzahn in zurückgeschobener Stellung mehrere Male leer umgelaufen ist¹⁾. Einfacher erscheint eine von Max Straube, Dresden-A., angegebene Konstruktion, bei der statt eines Maltesergesperres deren zwei, und zwar in Hintereinanderschaltung benutzt werden²⁾. Auf der Achse des ersten Kreuzes

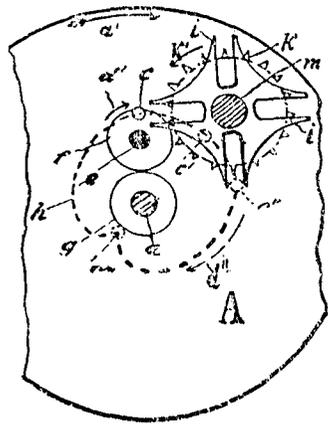


Abb. 5.

die Drehung des zweiten Kreuzes abhängt, doppelt so groß ist, als beim

¹⁾ D. R. P. 196.451.

²⁾ Gebr. Muster 481.599 in Photogr. Industrie 1912, S. 88.

einfachen Maltesergesperre, so läßt sich die Bandförderung hier innerhalb sehr weiter Grenzen variieren. Ähnlich ist ein Malteserkreuz der Ica. Hier hat eine stetig umlaufende Scheibe einen radialen Schlitz. In diesen greift ein Krummzapfen ein, dessen Achse zur Scheibenachse nicht konachsal ist. Die Achse dieses Krummzapfens, die also mit veränderlicher Geschwindigkeit umläuft, trägt erst den Einzahn. Eventuell läßt sich diese Einrichtung zweimal hintereinander anwenden¹⁾. Wesentlich verschieden hiervon ist ein Getriebe der Messters-Projektion²⁾ (Abb. 5). Die Achse des Einzahnrades d ist hier nicht ortsfest, sondern exzentrisch auf der sich um die Achse a drehenden Scheibe d drehbar gelagert. Ein auf der Einzahnradachse e sitzendes Zahnrad f kämmt mit dem auf der Achse a lose sitzenden Zahnrad g ; wird dieses festgehalten, so rollt das Rad f auf ihm ab, wenn die Scheibe g gedreht wird. Der Einzahn beschreibt mithin eine Zykloide, deren Form von dem gegenseitigen Verhältnis der Räder f und g abhängig ist. Es ist übrigens nicht notwendig, daß das Rad g stillsteht, es kann ihm auch eine Eigendrehung erteilt werden. An einem Punkte c' seiner Bahn h hat der Einzahn ein Maximum seiner Winkelgeschwindigkeit. Das Getriebe ist so angeordnet, daß der Eingriff des Einzahnes in die Schlitzscheibe i mit diesem Maximum zusammenfällt. Den gleichen Zweck, wenn auch mit andern Mitteln, verfolgt F. B. Cannon³⁾ durch eine Gelenkstangenkuppelung des Einzahnrades E mit seinem Antriebsrad C (Abb. 6). Die Gelenkstange A ist auf beiden Rädern an Punkte angelenkt, welche gleichweit von den Mittelpunkten entfernt sind; diese selbst seien um die Hälfte der Scheibenradien gegeneinander versetzt. Man erkennt aus der Abbildung, in der die Zwischenstellungen der Gelenkstange während eines vollen Umlaufes gestrichelt gezeichnet sind, daß die Winkelgeschwindigkeit des in das Malteserkreuz B eingreifenden Einzahnes e auf dem rechten Teil seiner Bahn etwa dreimal größer ist, als die gleichmäßige Winkelgeschwindigkeit des Antriebsrades C .

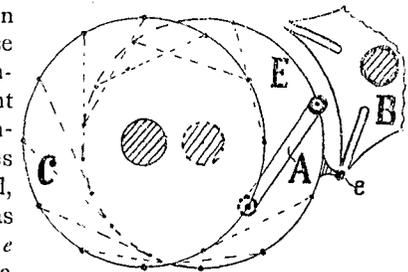


Abb. 6.

Besondere Formen des Gesperres.⁴⁾ Bei dem von Übelmesser angegebenen Gesperre ist an Stelle des runden Einzahnes ein parallelepipedisches Stück 24 getreten, das auf der Einzahnscheibe A drehbar ist. Es tritt in seiner Längsrichtung in den etwas breiteren Schlitz 32, dreht sich dabei, zunächst ohne diesen zu drehen, so daß es dem Schlitz parallel bleibt. Erst wenn es völlig in den Schlitz eingedreht ist, schwingt es rasch in der Richtung des Uhrzeigers (Abb. 7) um und schaltet so die Schlitzscheibe sehr schnell um. Hierauf dreht es sich wieder, zum Schlitz parallel bleibend, bis es diesen verläßt. Eine bei c beginnende Führung auf dem festen Ring 12 hält den unteren breiteren Teil e des Stückes 24 während der weiteren

¹⁾ Gebr. Muster 483.452 in Photogr. Industrie 1912, S. 89.

²⁾ D. R. P. 222.863, französ. Pat. 400.871; auch amerik. Pat. 955.840.

³⁾ Amerik. Pat. 745.956.

⁴⁾ Amerik. Pat. 964.712.

Drehung des Einzahnrades in der richtigen Stellung, so daß es sich späterhin wiederum in der passenden Lage für den folgenden Schlitz befindet.

Eine von der üblichen völlig abweichende Form zeigt das Gesperre der Nicholas Power Company¹⁾. Die Stelle des Malteserkreuzes vertritt hier ein um die Achse 11 drehbares, mit vier Armen 20 versehenes Zapfenrad 19, welches auf den Armen die vorspringenden Zapfen 21 trägt (Abb. 8). Das

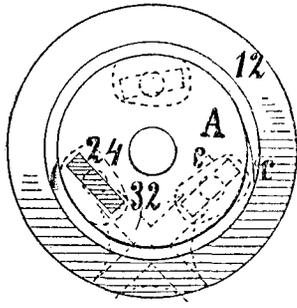


Abb. 7.

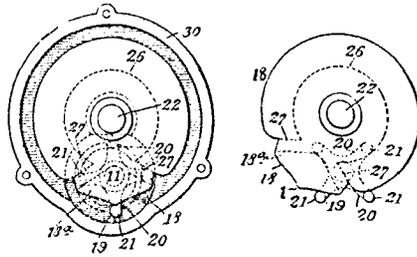


Abb. 8.

Einzahnrad ist ersetzt durch eine Scheibe 18, die an ihrem Umfang einen Wulst, den Sperring 26, für das Zapfenrad zeigt. Dieser Sperring zeigt bei 27 zwei Lücken, zwischen denen das den Einzahn darstellende Stück 18a liegt, das rhombenähnlichen Querschnitt hat. Bei 1 springt die eine Ecke ein wenig vor. Während des Stillstandes des Bandes schleifen je zwei der Zapfen am äußeren, beziehungsweise inneren Umfang des Ringes 26. Wenn beim Umlauf der Scheibe 18 der Vorsprung 1 den unteren Zapfen 21 ein wenig gegen den Uhrzeiger dreht, gelangen die beiden Nachbarzapfen zwischen zwei Seiten des Rhombus und die gegenüberliegenden Seiten in der Lücke des Sperringes. Es ergibt sich so eine rasche Schaltung des Zapfenrades mit einer sicheren Sperrung in der Ruhelage.

Daß man das Einzahnrad durch ein Zwei- oder Mehrzahnrad ersetzen kann, falls man mehr als eine Schaltung der Schlitzscheibe während eines Umlaufes der letztere schaltenden Achse erstrebt, ist klar. Ebenso hat man wohl auch zwei Schaltstifte und dementsprechende zwei Schlitz unmitelbar nebeneinander angeordnet, so daß gleichzeitig zwei Stifte jeder in einen Schlitz eingreifen²⁾. Die Schlitzscheibe nur durch eine in einen der Schlitz federnd eingreifende Nase während der Dunkelpause zu sperren³⁾, dürfte wenig vorteilhaft sein, da hierbei sich eine vollkommen sichere Sperrung des Bandes wohl niemals erzielen läßt. Eine solche ist aber unerlässlich, um völlige Ruhe des Bildes auf dem Schirme zu erzielen. Eine wahrscheinlich recht vorteilhafte doppelte Sperrung der Schaltwalze hat Th. H. Blair angegeben. Beide zwangläufig miteinander verbundene Sperrungen sollen im Augenblick der Stillsetzung der Walze gleichzeitig wirksam werden und es gestatten, die Dunkelpause auf ein Neuntel der Dauer des Bildstillstandes herabzusetzen.

¹⁾ D. R. P. 244.143.

²⁾ Z. B. Brit. Pat. 6503 vom J. 1896; Amerik. Pat. 707.934, 890.936.

³⁾ Amerik. Pat. 770.937.

Das Getriebe zum absatzweisen Antrieb des Stiftrades besteht aus einem auf der Welle 15 sitzenden Schaltrad 16, das in dem rechten Teil der Abb. 9 getrennt und in vergrößertem Maßstabe dargestellt ist. Dieses Rad hat in gleichen Zwischenräumen radiale Schlitz 17, zwischen denen am Radumfang Einkerbungen 18 vorgesehen sind. Mit seiner Umfangskante greift das Rad in eine Nut 19 eines Rades 20, das auf einer ständig gedrehten Welle 21 sitzt. An dem Rad 20 ist der in der Abbildung nicht sichtbare Einzahn angebracht, der sich quer über die Nut 19 erstreckt und nach-

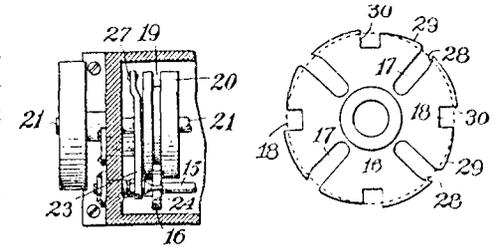


Abb. 9.

einander mit den radialen Schlitz 17 in Eingriff gelangt, wodurch das Rad 16 jedesmal eine Drehung von 90° erfährt. An dem Gehäuse des Apparates sitzt drehbar ein Hebel 23, der an einem Ende einen Sperrzapfen 24 trägt, welcher in die Einkerbungen 18 eingeführt und aus denselben wieder herausgezogen werden kann durch eine Daumenscheibe, deren Achse parallel zur Achse des Rades 16 liegt. Die Schlitz 17 in dem Rad 16 endigen in einen gekrümmten Teil 28. Dieser ist so gekrümmt, daß er am Ende der Drehbewegung des Schaltrades 16 konzentrisch zur Bahn des Antriebszapfens 22 liegt. Das Schaltrad 16 ist dann durch den Antriebszapfen selbst gesperrt, bis dieser den Schlitz verläßt. Es gestattet dies, die Bewegung des Sperrzapfens 24 in den Schlitz 18 hinein und aus demselben heraus länger andauern zu lassen, und außerdem wird dadurch eine absolute Genauigkeit in der Bewegung des Rades 16 erreicht, da das Sperren des Rades durch den Antriebszapfen 22 mit dem Sperren desselben durch den Zapfen 24 zusammenfällt. Der Umfang des Rades 16 ist zwischen jedem der Schlitz 17 und der in der Drehrichtung des Rades darauffolgenden Einkerbung 18 etwas exzentrisch ausgebildet, wie in 29 dargestellt. Der Durchmesser dieses exzentrischen Teiles nimmt allmählich ab, je näher derselbe an der Einkerbung liegt, so daß der Zapfen 24 durch die Daumenscheibe nach abwärts bewegt werden kann, bevor er die Einkerbung 18 erreicht, und zwar weit genug, um in Eingriff mit der der Drehrichtung des Rades 16 entgegengesetzten Kante 30 der Einkerbung zu kommen, zum Zweck, ein Überschleudern des Schaltrades 16 zu verhindern¹⁾.

Um den Gang des Maltesergesperres möglichst leicht und unhörbar zu machen, schließt man es in eine mit Öl gefüllte Kapsel ein. Da trotzdem Abnutzungen unvermeidlich sind, kann man die Achse des Stiftrades in einem durch Schrauben fein verstellbaren Lagerstück anordnen, so daß bei auftretendem Spiel zwischen den Bogenstücken des Kreuzes und dem Sperrrand des Einzahnrades das Kreuz dem letztgenannten entsprechend genähert werden kann²⁾. Eine anders eingerichtete Justiervorrichtung zeigt Abb. 10; hier wird erstrebt, daß der Abstand der Achse des Stiftrades von der Mitte des Bildfensters unverändert bleibt, trotz der Einstellung. In der Führung α

¹⁾ D. R. P. 245.862.

²⁾ Französ. Pat. 399.170 von Gaumont.

ist die das Kinoschaltwerk tragende Platte *b* verschiebbar. Der Antrieb des Werkes erfolgt von der Achse *g* aus mittels der Einzahnscheibe, deren Sperrscheibe mit *d* und deren Ein Zahn mit *e* bezeichnet ist. An dem Umfang der Scheibe *d* schleift in bekannter Weise das Malteserkreuz *h*, auf dessen Achse *l* die zum Fortschalten des Filmbandes dienende Schaltrolle *l* sitzt. Die Welle *l* ist in

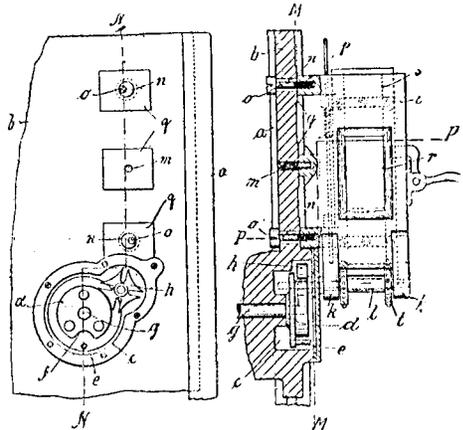


Abb. 10.

Lagern *k* gelagert, die mit dem Filmführungsrahmen *i* ein Stück bilden. Der Rahmen *i* besitzt auf seiner inneren Schmalseite fußartige Vorsprünge *p*, welche auf bearbeiteten Erhöhungen *q* der Platte *b* aufsitzen. In den Vorsprüngen *p* ist je ein Bohrloch vorgesehen, in deren mittleres ein in der Platte *b* sitzender Stift *m* eingreift, um welchen sich der Rahmen *i* drehen läßt, während in die anderen beiden mit innerem Muttergewinde versehenen Löcher durch die Platte *b* hindurchgehende Schrauben *o* eingedreht sind, deren Durchgangslöcher *n* so groß sind, daß der Rahmen *i*

nach Lockern der Schrauben *o* um den Stift *m* gedreht, dadurch die Schleiffläche des Malteserkreuzes *h* nach etwaiger Abnutzung wieder in innige Berührung mit dem Rande *d* der Schaltscheibe gebracht und die vorgenommene Einstellung durch Anziehen der Schrauben *o* gesichert werden kann. Ist die Lage des Bildfensters zu dem Objektiv verändert worden, so läßt sich dies durch entgegengesetztes Verschieben der Platte *b* in der Führung *a* wieder korrigieren ¹⁾.

b) Schaltung des Stiftrades durch Kulissen.

Das Fortschaltgetriebe ist in einer mit der Platte *b* ein Gußstück bildenden Kapsel *c* untergebracht, die durch einen Deckel abgeschlossen und mit Öl angefüllt ist.

Greift eine Schraube mit ihren Gängen in ein passendes Zahnrad ein, so nimmt sie dieses bei ihrer Drehung stetig mit. Verlaufen nun aber die Schraubengänge auf einem Teil des Umfangs der Schraubenspindel ohne Steigung, so steht das Zahnrad solange still, als dieser Teil der Schraube mit ihm in Eingriff steht ²⁾. Abb. 11 zeigt dies schematisch. Auf der Achse *E* sitzt ein Zylinder *F*, auf dessen Umfläche zwei Wülste aufgelegt sind. Diese Wülste verlaufen zum größten Teil senkrecht zu der Erzeugenden des Zylindermantels; bei *f* sind sie durch ein schiefes Zwischenstück miteinander verbunden. Die Wülste greifen in die Zähne eines Rades *A* ein. Nur wenn der

¹⁾ D. R. P. 243.925 von J. Nitzsche.

²⁾ Siehe z. B. Amer. P. 587.729; Brit. P. 3777, 6731, 14.455, 16.080 vom J. 1896.

schräge Teil *f* des Wulstes zwischen zwei der Zähne tritt, wird das Rad *A* geschaltet, und zwar um den der Zahnbreite entsprechenden Abstand der beiden Wülste; während des übrigen Teiles einer Umdrehung von *F* wirken die Wülste als Sperrung für das Rad *A*. Das Stiftrad ist in beliebiger passender Weise mit dem Rad *A* so gekuppelt, daß es gleichfalls sprungweise um einen einer Bildhöhe entsprechenden Teil gedreht wird. Diese Schaltung ist in fast beliebig vielen Abänderungsformen möglich; man kann bei ihr durch Änderung der Steigung des schrägen Teiles des Wulstes die Bewegung des Bildbandes in der verschiedenartigsten Weise vor sich gehen lassen. Bei den Greifern werden wir ähnlichen Antriebsvorrichtungen noch einmal begegnen.

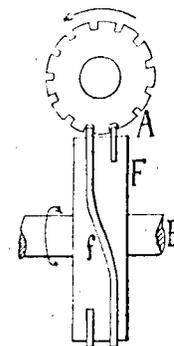


Abb. 11.

Diesem Gesperre nahe steht eine Form, bei der ein Hebel durch eine Kurbel hin- und hergeschwungen wird. Sein vorderes Ende trägt ein kleines Gelenke, das in der einen Richtung zurückgeklappt werden kann, in der andern Richtung aber sich gegen einen Anschlag am Hebel legt. Mit diesem Ende spielt der Hebel an einem Steigrad in der Art, daß bei seinem Niedergang die Klappe ausweicht und über einen Zahn des Steigrades hinweggleitet, bei der Aufwärtsbewegung aber unten diesen Zahn faßt und das Steigrad um einen Zahn dreht und mit ihm das Stiftrad schaltet ¹⁾.

Um die Form der Bewegung des Stiftrades auch hier so zu gestalten, daß die Abnutzung des Bildbandes gering wird, hat man dem in das Steigrad eingreifenden Glied nicht nur eine schwingende, sondern auch eine gleitende Bewegung gegeben. Man ist so in der Lage, die Vorteile zu erzielen, welche die früher beschriebene Schaltung mittels einer Kurvenwulst bietet.

Abb. 12 zeigt schematisch eine solche Vorrichtung ²⁾. Der Drehpunkt der in das Steigrad *K* eingreifenden Nase *f*₁ ist in dem Schlitz *h* geradlinig verschiebbar. Die Steuerung erfolgt durch den exzentrisch auf der Scheibe *a* sitzenden, in den Schlitz *c* eingreifenden Nocken *a*₁. Die Verschiebung des unteren Gelenkstückes geschieht entgegen der Wirkung einer einstellbaren Schraubenfeder. Das Stiftrad sitzt mit dem Steigrad *K* auf gleicher Achse. Auch ein in einem Schlitten geradlinig hin und her gehendes Gleitstück, das mit abgeschragten Enden einmal an der rechten und einmal an der linken Umfangshälfte eines mit einseitig schrägen Zähnen besetzten Rades eingreift und so dieses sprungweise um einen Zahn weiterschaltet, in der Zwischenzeit aber sperrt, kann zum Antrieb des Stiftrades dienen ³⁾.

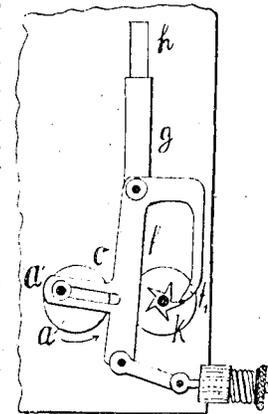


Abb. 12.

¹⁾ Brit. Pat. 441 vom J. 1898.

²⁾ Brit. Pat. 23.474 vom J. 1903.

³⁾ Amerik. Pat. 525.991.

Kraftschlüssige Kupplung des Stiftrades. Das Edisonsche Kinetoskop vom Jahre 1897¹⁾ steht hinsichtlich der Einrichtung der Bildbandförderung am Ausgangspunkt einer besonderen Reihe von Kinetographen, nämlich jener, bei denen das Stiftrad von dem Antriebswerk dauernd ein Drehmoment erhält, aber unter dem Einfluß einer gleichfalls vom Triebwerk gesteuerten Hemmung nur absatzweise und immer nur um einen kleinen, je einer Bildhöhe des Films entsprechenden Schritt diesem Drehmoment gehorchen kann. Damit das Stiftrad während der Sperrung stillstehen kann, darf seine Achse mit dem Triebwerk nicht starr gekuppelt sein. Bei dem Edisonschen Kinetoskop war eine Riemenkupplung gewählt; der Riemen war so gespannt, daß er während der Sperrung auf seiner Scheibe gleiten konnte, diese aber sofort mitnahm, sobald die Sperrung aufgehoben wurde. Sicherer ist eine elastische Kupplung. Zwischen das Stiftrad und seinen Antrieb ist eine Schraubenfeder oder eine Spiralfeder eingeschaltet, welche sich während der Sperrung etwas anspannt und alsdann, wenn das Stiftrad frei wird, dieses rasch dreht. In Abb. 13 erfolgt die Sperrung und Freigabe durch eine stetig gedrehte Scheibe *d*, an deren Stirnfläche zwei Systeme von Nasen *c* und *c*¹ liegen; das durch eine elastische, d. h. durch eine aus einer

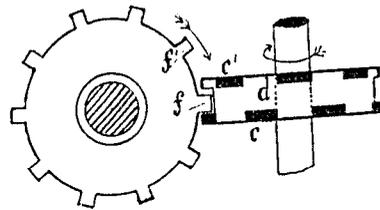


Abb. 13.

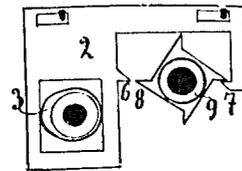


Abb. 14.

Schraubenfeder bestehende Achse angetriebene Rad *g* hat einen Kranz von Vorsprüngen *f*, *f*¹. Hat sich die Sperrscheibe *d* so weit gedreht, daß der Vorsprung *f* von der Nase *c* abgleitet und durch die Lücke hindurchgehen kann, so wird der Vorsprung *f*¹ von einer der oberen Nasen *c*¹ gefangen. Er tritt demnächst durch eine Lücke im oberen Nasenkranz, fängt sich auf der dieser Lücke entsprechenden unteren Nase usw. Zwischen den Abmessungen des Rades *g* und des (nicht gezeichneten) Stiftrades muß das Verhältnis bestehen, daß der Abstand zweier Vorsprünge *f*, *f*¹ dem Abstand zweier Bilder auf dem Film entspricht²⁾. Man kann auch eine, von einem Exzenter 3 (Abb. 14) gesteuerte Schieberhemmung 2 mit den Sperrnasen 6, 7 benutzen³⁾. Diese fassen abwechselnd einen der Vorsprünge 8, welche auf dem zum Stiftrad konachsialen Sperrad 9 sitzen⁴⁾. — Diese Art der

¹⁾ Amerik. Pat. 589.168, späterhin zerlegt in die Neudrucke (Reissued) 12.037, 12.038, 12.192.

²⁾ Franz. Pat. 346.126 von Radiquet und Massiot.

³⁾ Amerik. Pat. 971.891 von G. E. Hoglund.

⁴⁾ Ähnliche Anordnungen siehe Brit. Pat. 26.765 vom J. 1896, Amerik. Pat. 587.516 übereinstimmend mit Brit. Pat. 17.881 vom J. 1896. Auch Friese-Greene wendete diese Sperrung an; Brit. Pat. 13.883 vom J. 1900. Neuerdings ist sie wieder aufgegriffen worden von C. M. Guillet, D. R. P. 233.165. Hier erfolgt die Sperrung

schrittweisen Fortschaltung steht mit den bisher betrachteten in einem gewissen Gegensatz. Man hat darauf verzichtet, die Form der Bewegung des Stiftrades zu beeinflussen. Diese hängt ab von den zu bewegenden Massen, deren Reibungswiderständen und der Federkraft der elastischen Kupplung. Abgesehen von der Masse sind aber diese Größen wohl immer Veränderungen unterworfen. Außerdem läßt sich hier eine sehr harte ruckweise Beanspruchung des Bildbandes gar nicht vermeiden. Diese Fortschaltvorrichtungen dürften darum weder in Rücksicht auf die Abnutzung des Bildbandes noch auf die absolute Gleichmäßigkeit im Bildwechsel besondere Vorzüge bieten, wenngleich die Geschwindigkeit des Bildwechsels hier leicht recht groß gemacht werden kann; sie ist unabhängig von der Geschwindigkeit, mit welcher die Drehung des Kinowerkes erfolgt und wird nur bedingt durch die Stärke der Feder, welche die kraftschlüssige Kupplung zwischen dem Triebwerke und dem unmittelbar an das Bildband angreifenden Teil des Schaltwerkes bewirkt.

Verstellbare und auswechselbare Zahnkränze. Die Verzahnung der Stiftwalzen muß mit der des Bildbandes genau übereinstimmen. Da nun aber kleine Abweichungen in den Abständen der Löcher des Bandes vorkommen können und, wie wir später sehen werden, die Bänder an sich nicht unveränderlich sind, so ist es erwünscht in dem Werk entweder die Zahnkränze verstellen oder auswechseln zu können. Abgesehen von den Kinetographen selbst, haben diese Einrichtungen auch Interesse für die Kopierapparate und die Schablonierapparate zur Herstellung kolorierter Bildbänder.

Verstellbare Zahnkränze zeigt Abb. 15; hier können also nur Abweichungen in dem Abstand der beiden Lochreihen ausgeglichen werden. Der mit den Zahnkränzen versehene Teil der Fortschaltwalze wird durch zwei Ringe *a* und *b* gebildet, die durch mehrere sie durchdringende Stifte *c* gegen Drehung gegeneinander gesichert sind. Die beiden Ringe *a* und *b* haben innen Schraubengewinde, und zwar ist das des einen rechtsgängig und das des anderen linksgängig. Die Ringe sind auf einen am Umfange mit entsprechenden Schraubengewinden versehenen Kern *f* aufgeschraubt. Eine mit einem Bund *g* versehene Achse *h* sitzt mit leichter Reibung in dem Kern *f*. Zwei Scheiben *i* und *k* sitzen zu beiden Seiten des Kernes. Die Scheibe *i*, auf der Achse *h* gegen Drehung gesichert, dient mit den in ihr festsitzenden Stiften *c* als Mitnehmerscheibe für die beiden Ringe *a* und *b*. Die andere Scheibe *k* trägt einen gerändelten Knopf *l*, welcher als Handhabe

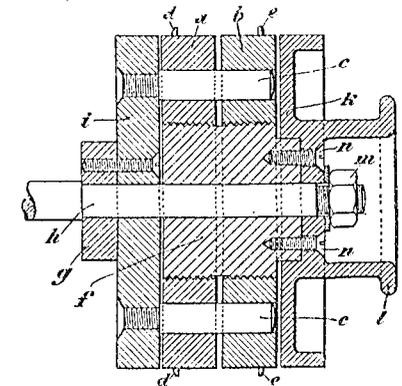


Abb. 15.

und Freigabe des nur sprungweise beweglichen Teiles durch eine schwingende Ankerhemmung, die von einer stetig umlaufenden Achse hin und her bewegt wird. Die Vorrichtung ist hier für ungelochte Bildbänder bestimmt.

zum Regeln des Abstandes der beiden Walzenteile a und b und folglich der Zahnkränze d und e dient. Durch zwei Schrauben n werden die beiden Teile k und f starr verbunden. Eine Schraubenmutter m dient dazu, die Scheibe k gegen den Ring b oder den Kern f gegen die Scheibe i so festzupressen, daß ein ungewolltes Drehen des Kernes f in den Ringen a , b ausgeschlossen ist. Um den Abstand der Zahnkränze zu regeln, bzw. dem Abstände der Randlöcher der Bänder genau anzupassen, braucht man also nur die Mutter m zu lösen und den gerändelten Knopf l von k nach der einen oder anderen Richtung zu drehen¹⁾.

Bei dem Apparat von P. Effing sind die Zahnkränze auf Scheiben angebracht, welche an die Stirnseiten des Radkörpers angeschraubt werden können. Durch Schrauben und Gegenschrauben kann der Abstand dieser Zahnscheiben geregelt und außerdem können sie ganz ausgewechselt werden²⁾. Ein Stift-rad, das außer den gebräuchlichen beiden Zahnkränzen außen noch einen kleinen Zahnkranz von halbem Durchmesser in der Mitte trägt und so auch die Benutzung kleiner Bildbänder mit Lochung in der Mitte zwischen je zwei Bildern gestattet, hat M. Hansen angegeben. Hier kann dann ein für das schmale Band passendes kleineres Bildfenster mittels Bajonettverschluß angesetzt werden. Es wird dadurch gleichzeitig der Unterschied in dem Durchmesser der Zahnkränze ausgeglichen³⁾.

Bei vielen Apparaten ist die Stiftwalze außerhalb ihrer Achsenlager angebracht, so daß sie von außen her auf die Achse geschoben und auf dieser befestigt werden kann. Es ist nun vorteilhaft, die Achsenlager möglichst weit außen anzuordnen, also die Stiftwalze zwischen diese zu bringen. In diesem Falle macht das Auswechseln der Walze Schwierigkeit; man kann deshalb das eine Lager parallel zur Achse verschiebbar machen und die Walze mit der Malteserachse durch einen Klaueneingriff verbinden. Löst man dann die Feststellung des beweglichen Lagers und zieht dieses weit heraus, so kann man die beiden Klauen auseinanderziehen und die Stiftwalze nach rückwärts hin aus dem Lager nehmen⁴⁾.

[β) Greifer.

Bei den Greifern kommt ein, meistens mit den Löchern des Films entsprechenden Zähnen versehenes Glied in seiner einen Endstellung mit dem Film in Eingriff, bewegt diesen um eine Bildhöhe voraus, tritt in seiner zweiten Endstellung aus dem Film heraus und kehrt leer in die erste Endstellung zurück, um das Spiel von neuem zu beginnen. Der Greifer findet hauptsächlich seine Anwendung bei den Aufnahmekinematographen und bei den Kopierapparaten für Kinos. Denn wenn er auch nicht so leicht die raschen Bewegungen ermöglicht, wie sie das Malteserkreuz erzielen läßt, so gewährleistet er doch eine sehr exakte Fortschaltung. Während es bei dem Vorführungskino in erster Linie darauf ankommt, die Zeit des Stillstandes klein zu halten gegenüber der Zeit der Fortschaltung, fällt diese Bedingung bei

¹⁾ D. R. P. 217.017 der Comp. Gener. de Phonographes, Cinématographes etc.

²⁾ D. R. P. 205.761.

³⁾ D. R. P. 209.514.

⁴⁾ D. R. P. 242.319 der Comp. Gener. de Phonogr. Cinémat. etc.

dem Aufnahmekino weit weniger in das Gewicht. Denn die meist rasche Bewegung der aufzunehmenden Gegenstände verlangt und die hohe Empfindlichkeit der benutzten Films gestattet es auch, die Zeitdauer der Belichtung sehr kurz zu nehmen. Wenn man bei dem Vorführungsapparat die der Fortschaltzeit gleiche Dunkelpause höchstens gleich einem Drittel der Zeit nehmen darf, während welcher der Film steht, so kann man bei den Aufnahmeapparaten ohne Schaden die Zeit der Fortschaltung größer werden lassen als ein Drittel der Belichtungsdauer jedes einzelnen Bildes. Für die Kopierapparate, bei denen von dem einen Fortschaltwerk zwei aufeinander liegende Bänder, das Negativband und das zu belichtende Positivband, erfaßt werden müssen, kommt dem Greifer der Vorzug zustatten, daß seine Spitzen sich zum Eingriff in die Bänder senkrecht gegen deren Ebene und während der Förderung in deren Ebene bewegen. Dadurch wird für beide Bänder ein völliges Übereinstimmen der Schritthöhe erzielt, während bei einem Stifttrad die Schritthöhe des äußeren Bandes größer als die des inneren Bandes ist.

Bei dem Greifer können die beiden Bewegungen, nämlich die Bewegung parallel zum Film und die senkrecht zu diesem, getrennt erfolgen. Am einfachsten geschieht dies dadurch, daß ein Schlitten geradlinig parallel zum Bildband hin und her bewegt wird und auf diesem Schlitten befindliche Stifte in der oberen Stellung des Schlittens vorgeschoben, in der unteren aber wieder zurückgezogen werden. Erzeugt man die Bewegungen durch Kurvennuten, so kann man je nach der Ausbildung dieser Kurven die Form der Bewegung der Greiferstifte beliebig gestalten.

Greifersteuerung durch eine Nut¹⁾. Wohl am einfachsten ist die Anordnung von E. F. Moy und G. H. Harrison. In die Stirnfläche (Abb. 16) einer stetig umlaufenden Kreisscheibe a ist die in sich zurückkehrende Nut $a^1 a^2$ eingeschnitten, welche an den Stellen a^1 zweimal konzentrisch zur Drehungsachse, im übrigen aber exzentrisch zu dieser verläuft. Bei a^1 steht der in der Nut geführte Stift d und mit ihm der Schlitten b nebst seinen Greiferstiften c^1 still, während er auf den Stücken a^2 verschoben wird. Die Nut ist verschieden tief, und zwar bei dem einen exzentrischen Bogenstück a^2 am flachsten, bei dem andern am tiefsten. Der die Greiferspitzen C^1 tragende Dorn d wird in der Hülse e durch Federn gegen den Boden der Nut gedrückt, so daß die Spitzen dort zurückgezogen sind, wo die

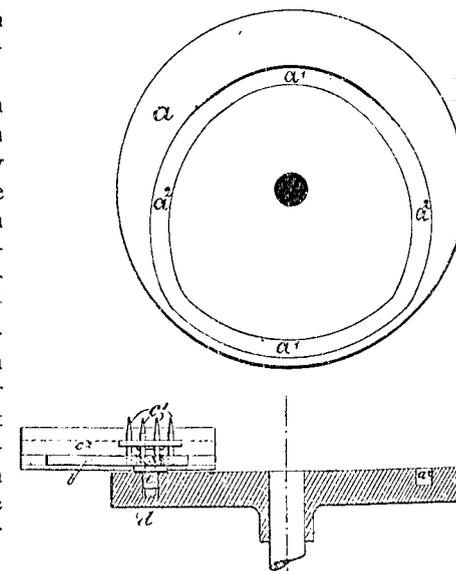


Abb. 16.

¹⁾ Brit. Pat. 25.625 vom J. 1897.

Nut tief, und vorgedrängt, wo sie flach ist. Je nach der Form, welche man der Kurve gibt, kann man das Verhältnis der Fortschaltzeit zur Zeit des Stillstandes variieren und außerdem für die bei der Fortschaltung auftretenden Geschwindigkeiten und Beschleunigungen die günstig erscheinenden Verhältnisse auswählen. Für die Abnutzung des Films ist es vorteilhaft, wenn der Schlitten keine gleitende Bewegung macht, solange die Greiferspitzen in den Film hinein und aus ihm heraustreten, weil dann ein Schleifen der Stifte in den Schallöchern nicht stattfindet. Ferner ist es vorteilhaft, wenn der Schlitten, ehe die Stifte aus dem Film herausgezogen werden, um einen kleinen Bruchteil des Unterschiedes des Durchmessers der Stifte gegenüber dem Durchmesser der Schallöcher wieder zurückgeht¹⁾. Dann findet während des Herausziehens eine Berührung der Stifte mit dem Film überhaupt nicht statt. — Man kann die Führungsnut auch auf der Umfläche eines Zylinders anordnen und etwa notwendig werdende Hebelgestänge zwischen dem Dorn *d* und den Stiften *e* einschalten, wie dies in der genannten Patentschrift in mehreren Ausführungsformen beschrieben ist. Späterhin hat Moy in Verbindung mit P. H. Bastle²⁾ einen Greifer konstruiert, bei dem die Führung der Greiferstifte *i* (Abb. 17)

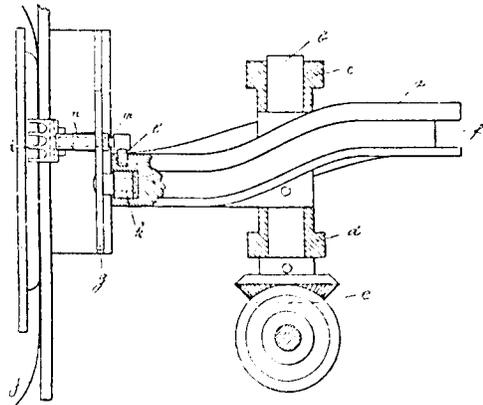


Abb. 17.

völlig zwangsläufig erfolgt, so daß die bei der raschen Bewegung der Stifte immerhin bedenkliche Anwendung von Federn wegfällt. Hier ist die Nut *e* auf der Umfläche der Scheibe *a* überall in gleicher Tiefe eingeschnitten. In ihr führt sich der Schlitten *g* mittels des Dornes *k* auf und ab. Auf der oberen Stirnfläche der Scheibe *a* ist eine zweite Nut eingeschnitten, welche ähnlich der Nut in Abb. 16 aus zwei zur Achse *b* konzentrischen, aber von dieser verschieden weit entfernten Teilen und dazwischen liegenden exzentrischen Verbindungsbogen

besteht. In diese Nut nun greift der Zapfen *l* ein, der an dem Dorn *m* sitzt; dieser ist in der Hülse *n* im Schlitten *g* verschiebbar und trägt vorn die Greiferstifte *i*. Je nachdem nun der Zapfen *l* in einem der Achse *b* näheren oder von dieser entfernteren Teil der oberen Nut sich befindet, wird er in den Film *j* vorgestoßen oder aus diesem zurückgezogen³⁾. Exzentersteuerung. Der Führung der Greifer durch eine Nut steht die durch Exzenterbogenstücke insofern nahe, als auch bei ihr die Form der Bewegung durch verhältnismäßig einfache Mittel verschieden gestaltet werden kann. Diese Anordnung findet sich bei den Kinematographen von

¹⁾ Siehe das später noch zu besprechende D. R. P. 213.531 von C. Rossi.

²⁾ Brit. Pat. 9898 vom J. 1910.

³⁾ Eine etwas kompliziertere Anordnung findet sich in dem Brit. Pat. 14.058 vom J. 1907 gleichfalls von Moy und Bastle.

Aug. und Louis Lumière zuerst¹⁾. Abb. 18 zeigt die beweglichen Teile in vier um je ein Viertel eines Umlaufes gegeneinander verschobenen Stellungen, Abb. 19 einen Schnitt in der Ebene der Greiferstifte. Auf der mit gleichmäßiger Geschwindigkeit umlaufenden Achse *A* sitzt der Exzenter *B*, der mit den verschiedenen Seiten der Öffnung des Schieberstückes *D* zusammen-

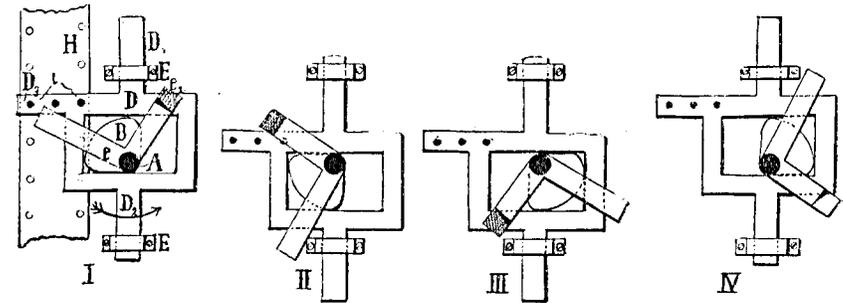


Abb. 18.

arbeitet. Das Schieberstück gleitet mit seinen beiden Ästen *D*₁ und *D*₂ in Führungen. Die Achse *A* dreht sich in der Pfeilrichtung. Dann vollzieht sich die Abwärtsbewegung des Schiebers beim Übergang von der Stellung I in die Stellung II; von hier bis zur Stellung III bleibt der Schieber in Ruhe, geht bei der Drehung von III nach IV hin nach oben und bleibt bei der Rückkehr aus Stellung IV nach I in seiner oberen Lage wieder in Ruhe. Der Transport des Films *F* erfolgt während der Abwärtsbewegung des Schieberstückes durch Greiferstifte *i*, welche in dem Querarm *D*₂ des Schiebers parallel zur Achse *A* verschiebbar sind durch Nocken *e*, welche gleichfalls auf der Achse *A* sitzen. Der eine Nocken drängt bei der oberen Ruhestellung des Schiebers die Stifte in die Löcher des Bildbandes, der andere zieht sie in der unteren Ruhestellung wieder heraus. Die Verschiebung der Greiferstifte soll erst dann erfolgen, wenn das Bildband völlig zur Ruhe gekommen ist, beziehungsweise ehe es bewegt wird. Wenn also die Abwärtsbewegung der Stifte auch nur während eines Viertels des Umlaufes der Achse *A* geschieht, so muß zwischen dem Eingreifen der Nocken die Achse sich um etwas mehr als ein Viertel gedreht haben. Es bleibt mithin für die Zeit der völligen Ruhe des Bildbandes etwas weniger als drei Viertel des zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fortschaltungen liegenden Zeitraumes übrig. Je nach der Form des Exzenter *B* läßt sich das Verhältnis der Fortschaltsdauer zur Stillstandsdauer beliebig verändern. Die in dem Querarm *D*₂ steckenden Greiferstifte *i* sind rückwärts zu einer Gabel *F* verlängert und nochmals in dem Stück *f* geführt. Die Gabel trägt bei *d* einen innen nach beiden Seiten abgeschrägten Bügel *a*, gegen dessen beide

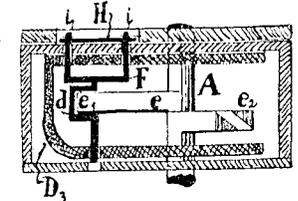


Abb. 19.

1) D. R. P. 84.722.

Innenseiten die entgegengesetzt gerichteten Abschrägungen e_1, e_2 der Nockenarme e abwechselnd sich anlegen und dabei die Gabel und mit ihr die Greiferstifte i vor-, beziehungsweise zurückschieben.

Um den Bildwechsel möglichst kurz zu machen im Verhältnis zur Dauer des Stillstandes des Bildes, kann man den zur Drehung der Achse A erforderlichen Zahntrieb exzentrisch auf diese Achse setzen und ihn durch ein größeres Zahnrad antreiben, dessen Umfang nicht kreisförmig, sondern derart wellenförmig ist, daß trotz der Exzentrizität des auf der Achse A sitzenden Triebes dieser mit dem Wellenzahnrad ständig in Eingriff bleibt. Greift der Trieb mit einem weit von seinem Drehmittelpunkt entfernt liegenden Teil seines Umfanges in ein Wellental des Zahnrades ein, so ist seine Winkelgeschwindigkeit kleiner, als wenn sein der Achse naher Teil mit einem Wellenberg kämmt. Die letztgenannte Stellung muß mit der Fortschaltung des Films zusammenfallen, die erstgenannte mit dem Stillstand¹⁾. Der

Eine Abänderung dieses Schlittens hat F. Morand angegeben²⁾. Der Nocken O (Abb. 20) läuft auf der Scheibe Q um; er greift in den Schlitz $p m n$ des Schieberstückes V ein. Der Schlitz besteht aus den beiden Kreisbogenstücken $p m$ und $m n$, die bei m mit einem Wendepunkt ineinander übergehen. Jedes der Bogenstücke ist annähernd gleich einem Viertelbogen der Bahn des Nockens o , und zwar ist $p m$ konzentrisch zur Bahn des Nockens in der tiefsten und $m n$ konzentrisch zur Bahn des Nockens in der höchsten Stellung des gezeichneten Nockens. Dreht sich der Nocken aus der gezeichneten Stellung in Richtung des Uhrzeigers, so bleibt das Schieberstück zunächst unbeweglich, bis der Nocken bei p anschlägt, alsdann wird es nach oben gehoben, wobei der Nocken wieder bis zur Höchststellung erreicht. Jetzt ist für ein Viertel der Bahn der Schlitz von m bis n konzentrisch der Bahn der Schieber bleibt also für ein Viertel der Umdrehung der Scheibe Q in Ruhe und geht dann während des letzten Viertels bis zur tiefsten Stellung, indes der Nocken von n nach m in die gezeichnete Lage zurückkehrt. Die Bewegung der Greiferstifte in die Filmlöcher hinein und aus diesen heraus kann ähnlich wie bei dem zuvor beschriebenen Kinematographen erfolgen.

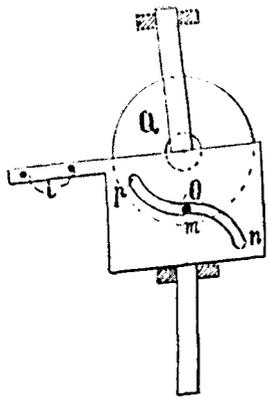


Abb. 20.

Man kann nun aber die beiden Bewegungen der Greiferspitzen h durch einen Exzenter hervorrufen, wenn man zwei Schlitten ineinander anordnet. Auf der Achse c sitzt die Exzenter Scheibe i , welche von drei gleichen Bogenstücken begrenzt ist, von denen das eine konzentrisch zur Achse ist³⁾. Die Scheibe i (Abb. 21) spielt in dem quadratischen Schlitten j , der den Greiferstift h trägt und in dem rechteckigen Schlitten k auf- und

1) D. R. P. 90.850, engl. Pat. 7801 vom J. 1896.
 2) Schweiz. Pat. 13.623 und amerik. Pat. 590.766.
 3) Französ. Pat. 337.169 von Goudeau & Richard.

abgleiten kann. Dieser kann wiederum in dem quadratischen Schlitten l in horizontaler Richtung sich verschieben. Über die Bewegung gibt die Abbildung Aufschluß, welche die Greifer in den vier Eckpunkten ihrer quadratischen Bahn zeigt.

Einen durch Exzenter bewegten Greifer, dessen Antrieb gleichfalls durch den Exzenter allein erfolgt, bei dem die Greiferspitzen aber während ihres Eingriffes in den Film einen, wenn auch nur sehr schwach gekrümmten Bogen beschreiben, haben J. Pink & J. Fletcher konstruiert¹⁾. Die Exzenter Scheibe 38 (Abb. 22) hat zwei zur Achse 36 konzentrische Bogenstücke 50 und 51, deren Abstand gleich der Kantenlänge des Viereckes 54 ist, in dem der Exzenter spielt, und ferner zwei exzentrische Bogenstücke 48 und 49. An dem Viereck sitzt eine Verlängerung, welche mit dem Schlitz 46 an dem Vierkant 45 Führung hat, das um den Zapfen 42

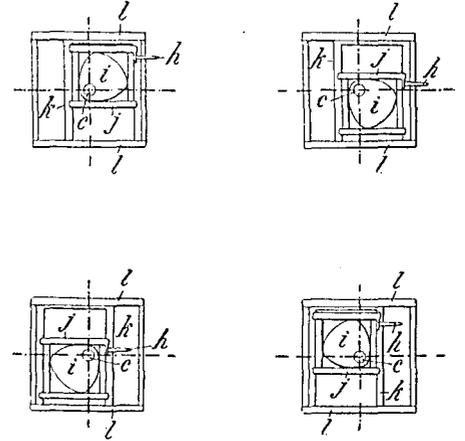


Abb. 21.

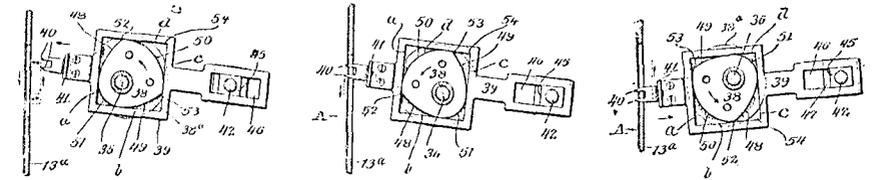


Abb. 22.

schwingen kann. Die Greiferspitzen 40 legen einen Weg zurück, der aus zwei zum Zapfen 42 konzentrischen Bogenstücken sowie aus zwei geradlinigen, zum Zapfen radialen Stücken besteht. Auf jedes dieser vier Wegstücke fällt je ein Viertel der Drehung der Exzenter Scheibe 38. Wenn der Abstand der Greiferspitzen groß ist zur Länge des Bogens, so weicht dieser nur wenig von einer Geraden ab, so daß also auch hier der Greifer im wesentlichen als geradlinig bewegtes Fortschaltorgan angesehen werden kann.

Krummzapfen. Erteilt man einer Stange an dem einen Ende eine kreisförmige Bewegung und zwingt ihr in ihrer Mitte oder besser noch jenseits ihrer Mitte eine geradlinige oder doch flachbogenförmige Bewegung auf, so ist die Bahn des andern Endes auf einem Teil nahezu geradlinig. Derartige Konstruktionen sind wiederholt für Greifer benutzt worden.

Der auf der Scheibe c sitzende Krummzapfen b (Abb. 23)

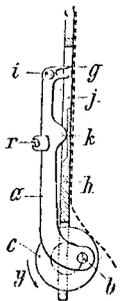


Abb. 23.

1) Amerik. Pat. 940.275; ähnlich in Amerik. Pat. 936.031.

bewegt das untere Ende der Greiferstange *a* gemäß dem Pfeil *y* im Kreise¹⁾. Mittels einer auf den Stift *r* drückenden Feder wird der Ansatz *K* gegen eine Gleitbahn an der Platte *h* gepreßt. Dann bewegen sich die an dem oberen Ende *i* der Stange angebrachten Spitzen *g* auf ihrem Weg von oben nach unten in dem Bildfenster *j* nahezu geradlinig. Vorteilhafter ist wohl noch die dort gleichfalls angegebene Bewegung des unteren Endes der Greiferstange *b* durch eine Exzenterscheibe nach Art der in Abb. 18 dargestellten, da dann auf die Abwärtsbewegung der Greiferspitzen nur ein Viertel des Umlaufes der Exzenterachse kommt und die Bewegung der Spitzen in das Bildband und aus diesem heraus zu einer Zeit erfolgen kann, während welcher der Greifer keine gleitende Bewegung hat.

Um die Zeit der Fortschaltung möglichst kurz zu machen, kann man den Greifer so steuern, daß er nicht bei jedem Umlauf seines Krummzapfens, sondern nur bei jedem zweiten Umlauf in das Bildband eingreift. (Abb. 24.)

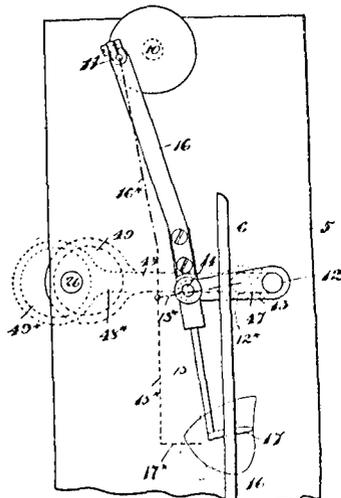


Abb. 24.

Die Stange 16 ist mit der Greiferstange 15 gelenkig verbunden; diese ist bei 14 an das um den Zapfen 12 schwenkbare Stück 13 angelenkt²⁾. Der Zapfen 12 sitzt wiederum auf einem Gleitstück 48, das unter dem Einfluß des um die Achse 26 drehbaren Exzenters 49 so verschoben werden kann, daß er in die Lage 12* übergeht. Die Achsen 10 und 26 sind so miteinander verbunden, daß auf zwei Umläufe der ersten ein Umlauf der zweiten kommt. Die gestrichelt gezeichnete Lage der Teile 12* bis 17* entspricht der Stellung des Krummzapfens 11, wenn der Exzenter sich in der Stellung 49* befindet. Man erkennt, daß die Greiferspitze 17 zunächst die mit voller Linie gezeichnete Bahn beschreibt, dann in die gestrichelt gezeichnete Bahn übergeht und aus dieser wieder in die vollgezeichnete Bahn zurückkehrt; nur in dieser kommt sie in Eingriff mit dem Film.

Einen andern Weg, dem Greifer, während er das Band fortschaltet, eine erhöhte Geschwindigkeit zu geben, hat C. de Proszynski eingeschlagen³⁾. Es wird dort die Einrichtung getroffen, daß der Greifer, während er in das Bildband eingreift, sich rascher bewegt als dann, wenn er wieder leer in seine Anfangsstellung zurückkehrt, und zwar wird dies dadurch erreicht, daß auf einer mit gleichbleibender Winkelgeschwindigkeit umlaufenden Achse

¹⁾ Französ. Pat. 385.425 der Soc. des Phonographes et Cinématographes „Lux“. Ähnlich Konstruktionen von C. de Proszynski in Französ. Pat. 365.077 und Zusatz 6713.

²⁾ Engl. Pat. 22.707/1896 von A. S. Newman. Ein Greifer, der ähnlich gebaut ist, aber die Verschiebung des Zapfens 12 nicht zeigt, findet sich in dem Amerik. Pat. 695.003 von O. Snell.

³⁾ D. R. P. 196.547, Französ. Pat. 365.077, Brit. Pat. 12.072 vom J. 1906. Eine ähnliche Konstruktion findet sich im Französ. Zus.-Pat. 9161 zu Pat. 385.425 der Soc. d. Phon. et Ciném. „Lux“.

seitlich ein Zapfen sitzt, der in eine den Greifer bewegende Gabel eingreift, deren Drehachse zwar der bereits erwähnten Achse parallel läuft, nicht aber in deren Verlängerung fällt. Dadurch wird der Gabelachse eine veränderliche Winkelgeschwindigkeit und mithin auch den Greiferspitzen eine während eines Umlaufes stark veränderliche Längengeschwindigkeit erteilt. Abb. 25 zeigt links die Vorrichtung in Vorderansicht und rechts von der Seite.

Das auf die Welle *B* aufgekeilte Schwungrad *A* erhält seine gleichbleibende Drehbewegung in Richtung des Pfeiles *a* von einer beliebigen Antriebsmaschine (Motor oder dgl.) unter Vermittlung eines Riemens *b*, der über eine Riemscheibe *c* geführt ist. Ein an dem Schwungrad *A* befestigter Zapfen *d* greift in die Gabel einer Führung *D*, die mit einer Welle *E* in Zusammenhang gebracht ist, deren Drehgeschwindigkeit eine veränderliche sein soll, d. h. es soll die Winkelgeschwindigkeit der Welle *E* eine viel größere während der einen halben Umdrehung des Rades *A*, wie während der anderen sein. Auf die Welle *E* ist außerdem eine Kurbel *e* aufgekeilt, deren äußeres Ende einen Kurbelzapfen *f* trägt, der von dem Kopf einer Schubstange *F* umfaßt wird. Die Kurbel *e* setzt die Schubstange *F* in Bewegung, die ihrerseits bei *g*

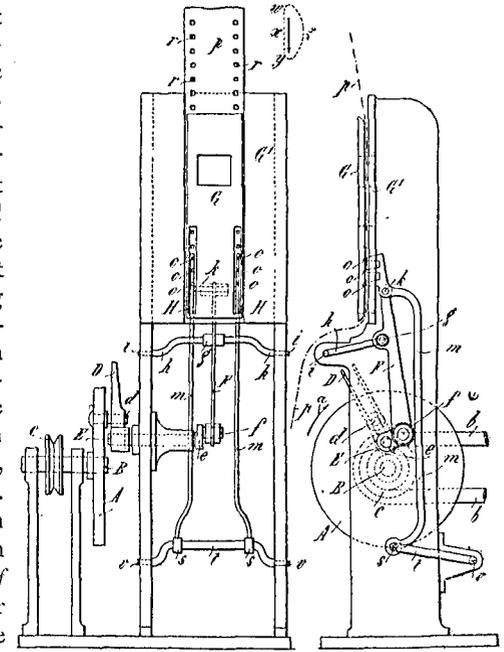


Abb. 25.

mit einem Rahmen *h* in Verbindung gebracht ist, der um den Zapfen *i* schwingen kann. Ferner ist das obere Ende *k* der Schubstange *F* mit einem Rahmen verbunden, der aus zwei gebogenen Stangen *m* besteht, deren obere Enden Greifer, Klauen oder Zähne *o* tragen, die dazu bestimmt sind, das Bildband (Film) *p* dadurch fortzubewegen, daß sie in dessen Löcher *r* eingreifen. Die Stangen *m* sind bei *s* mit einer gekröpften, bzw. gekrümmten Stange *t* gelenkig verbunden, die um die Achsen oder Drehpunkte *v* schwingen kann.

Auf Grund dieser Einrichtung erhalten die Greiferspitzen *o* eine Bewegung, die durch die Kurve *w x y z w* veranschaulicht werden kann. Bei *w* und *y* ist die Geschwindigkeit des Greifers gleich Null, da die Bewegungsrichtung umkehrt; von *w* über *x* nach *y* ist sie bedeutend größer als von *y* über *z* nach *w*. Das Bildband *p* wird während der Zeit der Bewegung *w x y* fortgeschaltet und wird dabei zwischen zwei Platten *G, G'* hindurchgeführt, die mit länglichen Fenstern oder Aussparungen *H* versehen sind, in welche die Greifer, Klauen oder dgl. *o* eingreifen.

An die Seite 34 (Abb. 24) beschriebene Form schließt sich der Greifer von Ch. Urban insofern an, als das eine Ende der Greiferstange durch einen Kurbelzapfen geschwungen und dem andern Ende der Stange durch eine besondere Vorrichtung außerdem noch eine schwingende Bewegung erteilt wird. Allerdings soll hier nicht erreicht werden, daß der Greifer nur bei jedem zweiten Hub wirkt, sondern es soll die Förderbewegung auf den Teil des Greiferweges beschränkt werden, bei dem die parallel zum Bildband verlaufende Komponente der Greifergeschwindigkeit sehr groß ist. Das Verschwenken des Greifers zum Bildband hin, bzw. von diesem weg erfolgt hier durch eine Kurvenscheibe, deren Achse mit derjenigen des Kurbelzapfens zusammenfällt. Abb. 26 zeigt in ihrem unteren

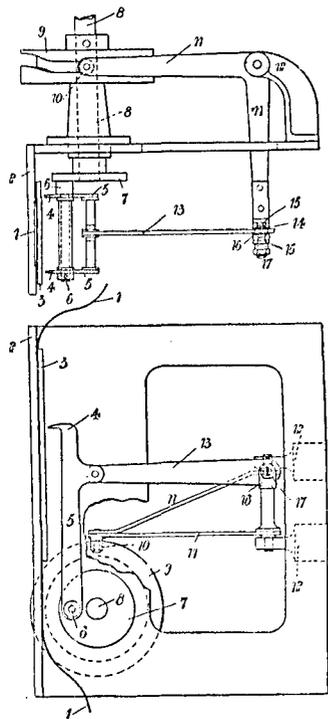


Abb. 26.

Teil eine Seitenansicht, in ihrem oberen Teil eine Ansicht von oben auf den Greifer und seinen Antrieb. Der Film 1 geht zwischen der festen Platte 2 und dem beweglichen Rahmen 3 in der üblichen Weise hindurch. Er wird mittels der von den Armen 5 getragenen Klauen 4, welche in die Löcher des Films eingreifen, geführt. Die Arme 5 und die Klauen 4 erfahren eine zusammengesetzte Bewegung, und zwar in der Weise, daß die Längsbewegung der Arme aus der Bewegung des Kurbelzapfens 6 der an der Welle 8 befestigten Scheibe 7 entsteht. Zu diesem Zweck sind die Arme 5 lose an dem Zapfen 6 angebracht und durch eine Mutter und eine Distanzhülse befestigt. Die Bewegungen der Arme 5, um die Klauen 4 in Eingriff und außer Eingriff mit den Löchern in den Film zu bringen, werden durch die auf der Achse 8 befestigte, mit einer Kurvenrinne versehene Scheibe 9 erzielt. In die Rinne dieser Scheibe greift eine Rolle 10 ein, welche an einem Ende eines Winkelhebels 11 in den Trägern 12 gelagert ist, während der andere Arm des Hebels 11 eine mit den Armen 5 durch ein Drehgelenk verbundene Stange 13 bewegt. Um die erforderliche Radialbewegung in jeder Richtung zu gestatten, ist die Verbindung zwischen dem Hebel 11 und der Stange 13 mit Hilfe eines Kugel- (Universal-) Gelenkes hergestellt. Die Kugel 14 dieses Gelenkes ist an dem Ende der Stange 13 befestigt, und die Muffe wird von den Stücken 15 gebildet, welche ihrerseits von dem an dem Ende des Hebels 11 befestigten, gekröpften Stück 16 getragen werden, während das äußere Stück 15 durch eine Mutter 17 zwecks Einstellung befestigt ist¹⁾.

Einen Greifer, der während eines großen Teiles des Umlaufes seines Antrieb-

¹⁾ D. R. P. 218.546 (Französ. Pat. 401.933, Amerik. Pat. 931.244) von Ch. Urban-London; ähnlich Brit. Pat. 4534/1909 von Moy.

glieders stillsteht, haben Dressler und Kletter (Abb. 27) angegeben¹⁾. Das Fortschaltglied 49 besteht hier aus einem vorn mit dem Greifer versehenen Arm 43, der zwei Längsschlitze enthält. Mit dem einen Schlitz 45 kann es sich längs eines feststehenden Drehzapfens 46 verschieben und um diesen schwingen. In den anderen Schlitz 44 greift der auf der stetig gedrehten Scheibe 39 sitzende Kurbelzapfen 40 ein, der den Arm bewegt. Während jeder vollen Umdrehung der Scheibe 39 wird den mit den Greiferstiften versehenen Bogenstücken 49 an dem Arm eine schnelle Abwärtsbewegung gegeben, und zwar dann, wenn die Stifte mit dem Bildband in Eingriff stehen. Dieser schnellen Abwärtsbewegung des Armes folgt eine längere Ruheperiode, während welcher die Bogenstücke, die unmittelbar nach der Abwärtsbewegung von dem Bildband zurückgezogen werden, in die ursprüngliche Stellung zurückkehren. Diese Bewegung des Armes 43 ist in Abb. 27 veranschaulicht, in welcher mit A die ursprüngliche Stellung der Bogenstücke bezeichnet ist, gerade ehe sie ihre Abwärtsbewegung beginnen. B bezeichnet die mittlere Stellung der Bogenstücke während ihrer Abwärtsbewegung und C die Stellung der Bogenstücke, nachdem sie von dem Bildband zurückgezogen worden sind, und ehe sie wieder in die ursprüngliche Stellung zurückkehren. Die Bewegung des Kurbelzapfens 40 zwischen den durch die Enden des Schlitzes 44 festgelegten Grenzen ist eine Leerbewegung. Durch seitlich gegen den Arm 43 drückende Federn wird dieser an einer Gleitbewegung relativ zu dem Zapfen 46 gehindert, falls nicht hinreichende Zugkräfte auf ihn ausgeübt werden.

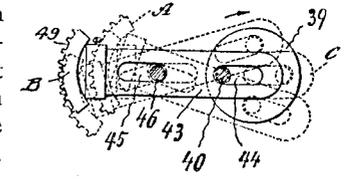


Abb. 27.

Bei dem von C. Rossi²⁾ angegebenen Greifer ist Wert daraufgelegt, die Schleifwirkung der Greiferstifte in den Schallöchern des Films möglichst zu vermindern. Es wird dies dadurch erzielt, daß der Greifer, ehe die Stifte aus dem Film herausgezogen werden, um ein wenig entgegen der Fortschaltbewegung des Films zurückgehen. Da der Durchmesser der Filmlöcher größer ist als der Durchmesser der Stifte, kommen diese hierdurch von den Rändern

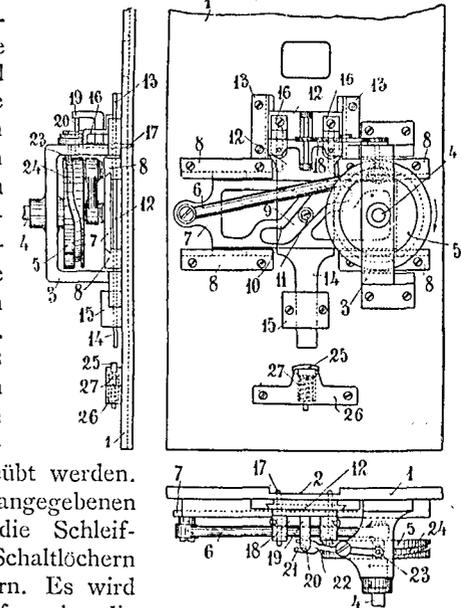


Abb. 28.

¹⁾ D. R. P. 237.159, Amerik. Pat. 963.531.

²⁾ D. R. P. 213.531, Französ. Pat. 390.880, Österr. Pat. 39.684, Brit. Pat. 11.551, v. J. 1908, Amerik. Pat. 935.167.

der Löcher frei. In der Grundplatte 1 (Abb. 28) ist eine Nut 2 als Gleitbahn für das Bildband ausgefräst. Auf der Platte ist ein Lager 3 für eine in stetige Umdrehung versetzte Welle 4 angebracht; auf diese Welle ist die Scheibe 5 gekeilt, an welche die Kurbelstange 6 für den in Führungen 8 gleitbaren Schlitten 7 angelenkt ist. In dem mittleren Teile dieses Schlittens ist schräg zu dessen Bewegungsrichtung eine Nut 9 ausgespart. An den beiden Enden sind an diese Nut Aussparungen angefügt, welche parallel zur Bewegungsrichtung des Schlittens verlaufen. In die Nut greift eine drehbare Rolle 11 ein, welche auf einem in den Führungen 13 verschiebbaren Gleitstück 12 sitzt. Dieses ist unten nochmals durch den Ansatz 14 in einer Hülse 15 geführt; oben hat es zwei Ansätze 16, in denen die Greiferstifte (Zugnadeln) 17 für den Film gleiten können. Diese Stifte, von denen mehrere Paare vorhanden sein können, sind an einem Querstück 18 befestigt, das einen rechtwinklig gebogenen Arm 19 mit einer Stange 20 trägt, welche von dem gabelförmigen Ende 21 eines drehbar auf dem Lager 3 angeordneten Hebels 22 umfaßt wird. An dem anderen Ende des Hebels 22 sitzt ein Stift 23, welcher in eine Nut 24 im Umfang der Scheibe 5 greift. Am Ende des Weges, welchen der Ansatz 14 des Gleitstückes 12 zurücklegt, ist ein Anschlag angeordnet, welcher aus einem in einem Kloben 26 verschiebbaren, unter der Wirkung einer Schraubenfeder 27 stehenden Puffer 25 besteht. Auf diese Weise kann das infolge Abnutzung der verschiedenen Teile der Einrichtung entstehende Spiel ausgeglichen werden, wenn der Ansatz 14 des Gleitstückes 12 mit dem Anschlagpuffer 25 in Berührung kommt. Wenn die Scheibe 5 in der Richtung des Pfeiles gedreht wird, wird der Schlitten 7 durch die Kurbelstange 6 nach rechts verschoben, wodurch infolge der Wirkung der schrägen Nut 9 auf die Rolle 11 des Gleitstückes 12 dieses nach abwärts bewegt wird. Mit dem Gleitstück 12 bewegen sich die in den Ansätzen 16 gelagerten Zugnadeln 17 mit. Wenn die Rolle 11 an das Ende des schrägen Teiles der Nut 9 gelangt, verschiebt sich das Gleitstück 12 noch ein wenig infolge der Ausbiegung 10 der Nut 9 und geht hierauf um die Höhe dieses Ansatzes wieder nach oben zurück. Alsdann verbleibt die Rolle in dem parallel zur Bewegungsrichtung des Schlittens 7 verlaufenden Teil der Nut und das Gleitstück 12 bleibt unbeweglich stehen. Der Stift 23 des Hebels 22 gelangt in den ansteigenden Teil der Nut 24 der Scheibe 5. Bei weiterer Drehung der Scheibe 5 führt der Hebel 22 eine Schwingung aus, da er infolge der Krümmung der Nut 24 der Nutenscheibe seitwärts gedrängt wird, wodurch das gabelförmige Ende 21 des Hebels 22 das Querstück 18 mit dem Ansatz 19 nach rückwärts zieht, wodurch auch die Zugnadeln 17 zurückgezogen werden. Die Zugnadeln 17 verlassen die Bohrungen des Films nach dem kurzen Vorschub, welchen das Gleitstück 12 am Ende der Abwärtsbewegung infolge der Ausbiegung der Nut 9 ausführt, so daß eine Reibung der Nadeln an den Rändern der Bohrungen während ihres Austrittes, beziehungsweise Eingriffes vermieden ist. Um die Wirkung des durch Abnutzung der einzelnen Teile der Vorrichtung bewirkten Spieles, das eine Änderung der Länge des von dem Gleitstück 12 zurückgelegten Weges bewirkt, aufzuheben, dient der Anschlagpuffer 25, welcher den Ansatz 14 des Gleitstückes 12 zurückstößt, wenn dieses das Ende seines Laufes erreicht hat und derart die Länge des Weges konstant hält. Die auf- und abwärts gerichtete Bewegung

des Gleitstückes 12 und damit die der Greiferstifte erfolgt annähernd nach dem Sinusgesetz, also zu Anfang und Ende beschleunigt, beziehungsweise verzögert. Je nach dem Verhältnis der Länge des schrägen Stückes der Nut 9 zu der Länge der beiden Endstücke, welche parallel zur Bewegungsrichtung des Schlittens verlaufen, richtet sich die Dauer der Fortschaltung des Films im Verhältnis zur Zeit eines vollen Umlaufes der Scheibe 5. Selbstverständlich muß alsdann die Nut 24 in der Umfläche der Scheibe 5 auch entsprechend geändert werden. Die Auswechslung dieser Scheibe, sowie des Schlittens 5 gestattet es, an einem Apparat die Fortschaltung verhältnismäßig leicht zu ändern. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß man es dadurch, daß man das Schrägstück der Nut 9 nicht geradlinig, sondern gekrümmt macht, in der Hand hat, die Form der Bewegung des Bildbandes beliebig zu gestalten.

Greifer, welche auf einer stetig gedrehten Scheibe sitzen und während ihres Umlaufes für kurze Zeit durch Auftreffen auf Anschläge in Eingriff mit dem Film gebracht, beziehungsweise aus diesem herausgezogen werden, sind von E. J. Rector¹⁾, sowie B. A. Proctor²⁾ angegeben.

Bei dem Greifer von Lépée und Contenet³⁾ erfolgt die Bewegung des Greifers in Richtung der Bandförderung durch einen Exzenter, der mittels eines Maltesergesperres in absatzweise Drehung versetzt wird. Das Kreuz ist vierteilig; seine Drehung geschieht durch zwei nahe beieinander auf einer stetig umlaufenden Scheibe sitzende Zähne. Das Kreuz wird hierbei in einem jedesmal um 180° gedreht und steht dann während etwa drei Viertel der Dauer eines Umlaufes der Antriebsscheibe still. Die Bewegung der Greiferstifte in den Film, beziehungsweise aus diesem heraus geschieht durch einen besonderen Exzenter. Es folgt hieraus, daß auf die Abwärtsbewegung des Greifers, also die Schaltung des Bildbandes, etwa ein Achtel, auf die Zeit des Stillstandes des Bandes aber etwa sieben Achtel einer vollen Periode fallen.

Eine völlig abweichende Form gibt N. C. Travis den Greifern. Diese sitzen hier auf paarweise einander zugeordneten endlosen, stetig umlaufenden Ketten. Durch Führungsschienen werden die Ketten auf einem Teil ihres Weges so geführt, daß die Greifer in das Bildband eingreifen, dieses um eine Bildhöhe schalten und es dann wieder loslassen⁴⁾.

Stetig veränderliche Fortschaltdauer. Einen Versuch, die Vorzüge des Maltesergesperres mit denen des Greifers zu vereinigen und gleichzeitig einen Apparat zu schaffen, der gestattet, die Dauer der Fortschaltzeit bei gleichbleibender Zeit vom Beginn des einen bis zum Beginn des nächsten Bildstillstandes (volle Bildperiode) zu verändern, hat die Société Prepognot & Cie. gemacht⁵⁾. Der Greifer kann hier durch eine umlaufende Achse in irgend einer der schon bekannten Weisen bewegt werden, etwa dadurch, daß diese Achse mit einem Krummzapfen den Greifer auf- und abwärts bewegt; dieser greift, durch eine Kulissee gesteuert, beim Gang ab-

1) D. R. P. 195.800, Amerik. Pat. 849.499.

2) Amerik. Pat. 937.174.

3) Franz. Pat. 392.148.

4) Amerik. Pat. 978.097; weiter ausgebildet durch M. Kläiber, Amerik. Pat. 988.473; und Brit. Pat. 15.550 vom J. 1910.

5) D. R. P. 231.675; ausführlicher Franz. Pat. 390.429.

wärts in den Film ein und wird vor der Aufwärtsbewegung aus ihm zurückgezogen. Das Wesen der Einrichtung ist folgendes: Auf einer auf der Achse n (Abb. 28 a) befestigten Scheibe sitzt der Einzahn p , der in die Schlitzte $K_1, K_2 \dots$ des Malteserkreuzes h eingreift. Das Zahnrad e sitzt mit dem Kreuz auf derselben Achse c ; diese kommt also in absatzweise Drehung und überträgt diese auf das kleine Zahnrad d , das so bemessen ist, daß es

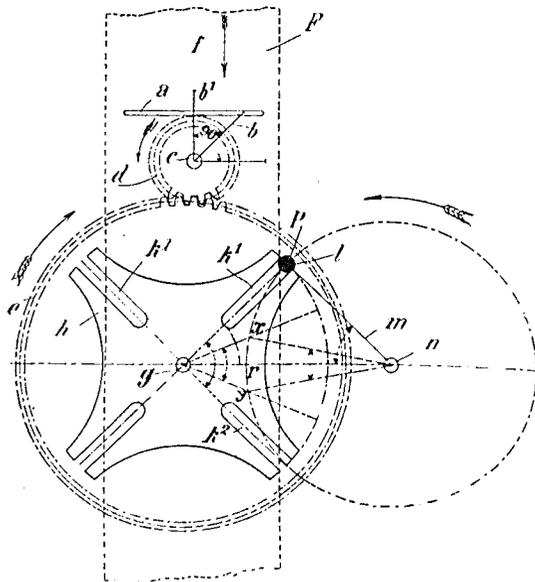


Abb. 28 a.

einen Umlauf macht, während das Kreuz sich um den zwischen zwei seiner Arme liegenden Winkel dreht. Die Achse c des kleinen Rades d bewegt den Greifer auf und ab, etwa, wie bereits erwähnt, durch einen Krummzapfen b . Der Greifer sei durch die Gleitschiene a versinnbildlicht. Der Film F wandert in der Pfeilrichtung f . Der Greifer fördere während der ganzen Zeit seiner Abwärtsbewegung, also während eines halben Umlaufes des Rades d ; er geht während des nächsten halben Umlaufes von d leer wieder zurück. Nunmehr bleibt er so lange in Ruhe, als der Einzahn gebraucht, um in den nächsten Schlitz des Kreuzes einzugreifen, also bei einem Kreuz mit vier Armen für drei Viertel der Periode der Achse n . Ist das Rad d so auf die Achse c gekeilt, wie es die Zeichnung angibt, so entspricht der Abwärtsbewegung des Greifers der Winkel pgr , also der Winkel pnr des Einzahnades. Die Bewegung des Bildbandes beginnt mit der Geschwindigkeit Null und endet bei der maximalen Winkelgeschwindigkeit des Rades d . Das Rad d kann nun aber in verschiedenen Stellungen auf seiner Achse c festgekeilt werden. Versetzt man es z. B. um 90° gegen die gezeichnete Stellung, so kommt auf die Abwärtsbewegung des Greifers

nicht mehr der Winkel pgr des Kreuzes, sondern der Winkel xgy ; die Förderbewegung des Films beginnt jetzt mit einer merklichen Geschwindigkeit, steigt zu einem Maximum an und nimmt wieder bis zu dem Anfangswert ab. Der dem Kreuzwinkel xgy entsprechende Winkel des Einzahnades ist jetzt nur xny , etwa vier Neuntel des Winkels pnr . Es kommt jetzt auf die Fortschaltung des Bandes nicht mehr ein Achtel, sondern nur noch $1/18$ eines Umlaufes der Achse n . Innerhalb dieser Grenzen läßt sich die Dunkel-pause je nach der Art, wie das Rad d auf seine Achse aufgekeilt ist, beliebig verändern.

γ) Der Schläger.

Bei einer weiteren Gruppe von Kinematographen dient zur schrittweisen Fortschaltung des Bildbandes im Bildfenster der sogenannte Schläger. Das Band wird hier durch eine hinter dem Bildfenster befindliche Stiftwalze stetig gefördert. Zwischen dem Fenster und dieser Walze wirkt ein Nocken stoßweise gegen das Band ein. Da dieses in den Schaltlöchern durch die Zähne der Stiftwalze gehalten wird, kann es hier nicht nachgeben. Der Nocken reißt es also jedesmal um den Betrag der Bildhöhe aus dem Bildfenster heraus. Da er unmittelbar darauf zurücktritt, so zieht die Stiftwalze zunächst die vom Nocken gebildete Schleife wieder straff. Die Hubweite des Nockens ist gleich der während eines Hin- und Herganges des Nockens von der Stiftwalze bewegten Bandlänge. Eine geringe Bremsung des Bandes im Fenster oder vor diesem bewirkt, daß nicht mehr Band mitgerissen wird, als der Hubweite des Nockens entspricht. Der Schläger läßt sich mit verhältnismäßig geringen Mitteln hinreichend genau arbeitend herstellen. Er eignet sich also besonders für kleine, einfache Apparate; er findet sich in vorbildlicher Form bereits bei dem Serien-Apparat von G. Dèmeny (1893)¹⁾.

Abb. 29 zeigt die Bandführung bei einem Schlägerapparat in schematischer Darstellung. Das Bildband F geht über die Vorwickeltrommel A durch das Bildfenster B nach der Nachwickeltrommel C . Die stetig umlaufende Achse D trägt an einem Arm die Schlägerrolle E , deren Bahn gestrichelt gezeichnet ist. Die Rolle E schlägt während eines Drittels ihres Umlaufes in die geradlinige Bahn des Bildbandes und erzeugt alsdann in diesem zwischen den Führungsrollen 1 und 2 eine Schleife. Diese ist nebst dem Schläger in weitester Elongation gestrichelt angedeutet. Das Bildfenster besteht aus zwei Rahmenteilen, deren einer B_1 um ein wagerechtes Gelenk 3 drehbar ist und durch eine Feder gegen den festen Rahmen gedrängt wird, so daß alsdann das Bildband an den Rändern durch federnde Führungsleisten festgehalten wird. Um diese Bremsung während der absatzweisen Fortschaltung des Bildbandes aufzuheben, hat der bewegliche Teil einen Arm 4, gegen den ein auf

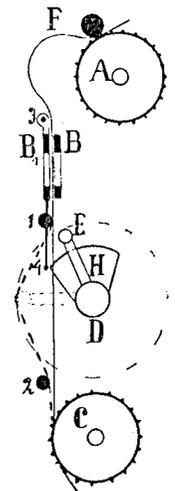


Abb. 29.

¹⁾ D. R. P. 80.424 oder Amerik. Pat. 544.480. Auch D. R. P. 99.042 von T. Armat und viele andere.

der Achse *D* hinter dem Schlägerrollenarm sitzender Daumen *H* so lange drückt, als die absatzweise Bewegung des Bandes durch das Fenster hindurch erfolgt. Das Bildband wird so eingefügt, daß es oben vor dem Bildfenster eine Schleife bildet und mit dem oberen Rande eines Bildfeldes im Bildfenster gerade abschließt, wenn der Schlägerarm seine wagerechte Stellung nach dem Film hin gerade eingenommen hat. Die absatzweise Schaltung des

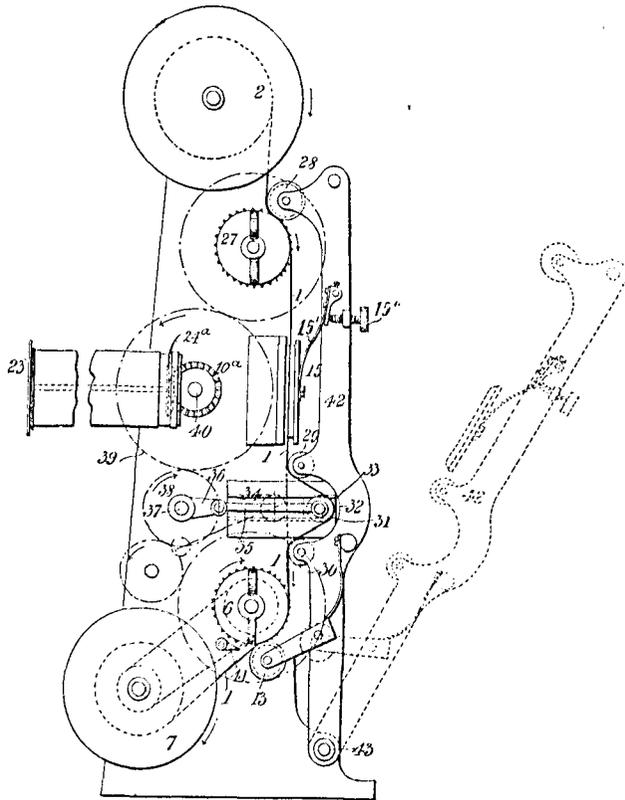


Abb. 30.

Bandes erfolgt bei dem hier gewählten Beispiel während einer Zeit, die etwas größer ist als ein Sechstel des Umlaufes der Achse *D*, so daß annähernd vier Fünftel einer vollen Periode auf den Bildstillstand fällt. Man füttert die mit dem Bande in Berührung kommenden Teile des Bildfensters mit Leder, Filz, Plüsch, um die erforderliche Bremsung des Bandes bei möglicher Schonung des Bandes zu erzielen. Die hier beschriebene Vorrichtung, das Band während des Stillstandes im Fenster zu fixieren, es aber während der Fortschaltperiode im Fenster völlig freizugeben, kann bei allen andern Fortschaltvorrichtungen in genau der gleichen Weise angewendet werden.

Bei einem der ältesten Apparate von Friese-Greene finden wir eine durch ein Kurbelgestänge geradlinig gegen das Bildband hin und wieder

zurückgeführte Schlägerrolle¹⁾. Auf der im Sinne des Uhrzeigers umlaufenden Achse 37 (Abb. 30) sitzt die Kurbel 36, welche die im Schlitten 34 geradlinig geführte Stange 35 hin- und herschiebt; diese trägt auf einem Stift 32 eine drehbare Rolle 31, die an dem Bildband 1 anliegt. Dieses wird durch die Stifträder 6 und 27 stetig fortgeschaltet und erfährt in dem Bildfenster durch den federnd anliegenden Rahmen 15 eine schwache Bremsung. Die absatzweise Schaltung des Bandes beginnt dann, wenn die Kurbel 36 vertikal nach oben steht. Dann liegt die Schlägerrolle an dem alsdann zwischen den Rollen 29 und 30 geradlinig verlaufenden Bildbande an und baucht dieses bis zu der stark gezeichneten Schleife aus. Das Verhältnis zwischen der Fördergeschwindigkeit der Stiftwalze 6 und der durch die Schlägerrolle erzeugten Schleife muß so gewählt sein, daß die Schleife wieder gerade gezogen ist, wenn die Schlägerrolle aus ihrer Stellung rechts über die äußerste Stellung links bis zur Mitte des Schlittens 34 gelangt ist. Dann erfolgt die Bewegung des Bandes im Bildfenster lediglich durch den Schläger und nicht durch die stetig fördernde Stiftwalze.

Antrieb durch Exzenter. Will man die beim Schläger auftretenden Bildbandbeschleunigungen möglichst günstig gestalten, so kann man dies dadurch, daß man die Schlägerrolle an einem Hebel anbringt, der durch einen Nocken geschwenkt wird²⁾. Man kann nun dem Nocken jede passende Form geben und kommt hierbei wie bei der absatzweisen Fortschaltung des Bandes durch von Kulissen gesteuerte Stifträder zu jeder beliebigen, je nach den Verhältnissen des Apparates günstig erscheinenden Verteilung der Beschleunigungen, bzw. Geschwindigkeit über die ganze Schaltperiode, nur sind die mechanischen Hilfsmittel wesentlich einfacher als bei den Stifträdern oder gar bei den Greifern. Man kann sich aber auch komplizierterer Kulissen bedienen. Eine solche Anordnung hat G. W. Bingham an dem Abb. 31 dargestellten Apparat benutzt³⁾. Die Schlägerrolle *e*⁷ sitzt hier an dem um die Achse *e*⁵ drehbaren Arm *e*⁶ eines Winkelhebels, dessen anderer Arm *e*⁴ mit dem Stift *e*³ in der Nut *e*² der um die Achse *d*⁵ stetig umlaufenden Scheibe *e* eingreift. Wenn bei der Drehung der Scheibe *e* der nach der Achse hin zurücktretende Teil der Nut *e*² den Stift *e*³ nach unten und rechts drängt, so schlägt die Schlägerrolle *e*⁷ nach links herum aus und reißt das Bildband *f* durch das Bildfenster *c* hindurch. Die stetig fördernde Stiftwalze *d*₆, *d*₇ steht mit dem Zahnrad *d*₁ durch ein weiteres Zahnrad in Verbindung.

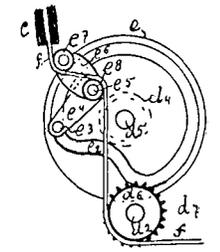


Abb. 31.

Regelbarer Schlägerhub. Einen Schläger mit veränderlichem Hub hat G. W. Curtiss angegeben⁴⁾. Es wird hier die Vor- und Zurückbewegung der Schlägerrolle, die das Band schrittweise durch das Bildfenster hindurchzieht, zeitweise unterbrochen; die Dauer dieser Unterbrechung ist

¹⁾ Brit. Pat. 22.928 vom Jahre 1896. Ähnlich noch öfters, so auch Amerik. Pat. 673.992 von T. Armat u. a. m.

²⁾ Französ. Pat. 389.699 von Piatti dal Pozzo.

³⁾ Amerik. Pat. 960.793; ähnlich auch Amerik. Pat. 960.794, 963.741, 983.021.

⁴⁾ D. R. P. 227.968 oder Amerik. Pat. 924.147.

innerhalb gewisser Grenzen veränderlich. Es wird dies dadurch erreicht, daß man das Verbindungsstück (Pleuelstange) gelenkig macht, so daß sich ein Knie bilden kann. Um aber überhaupt eine Vorwärtsbewegung zu ermöglichen, muß eine Zwangsführung für den Gelenkzapfen vorgesehen sein, wobei man sich am besten einer seitlichen Platte bedient, in deren Schlitz sich der Gelenkzapfen bewegen kann. Von der Länge und der Gestalt dieses Schlitzes hängt dann die Länge des Zeitraumes, während dessen das Fortschalten unterbrochen wird, ab. Der Hub des Verbindungsstückes kann ebenfalls verändert werden, indem man den antreibenden Exzenter mit einem Schlitz versieht, innerhalb dessen das eine Ende der Pleuelstange verschoben werden kann. Auf der Platte 5 (Abb. 32) ist die Fortschaltevorrichtung befestigt. Sie besteht aus einem Paar wagerechter Schienen 44 und 44¹, zwischen denen sich das Gleitstück 45 hin und her schieben kann, auf dessen vorderem Ende ein Zapfen 46 mit der Schlägerrolle 47 sitzt. Jede der Schienen 44 und 44¹ trägt einen Zapfen 48 und 48¹ mit umlaufenden Rollen 49 und 49¹, die zweckmäßigerweise ebenso groß und ebenso gebaut sind wie die Rolle 47. Die Ausgabebrommel 28 führt das Bildband 77 von der Vorratsspule zu dem mit einer Spannvorrichtung versehenen Bildfenster 39. Der Antrieb des Gleitstückes 45 erfolgt von der Scheibe 18 aus durch ein Verbindungsstück, das aus zwei Teilen 50, 51 besteht, welche in der Mitte durch ein Gelenk 52 miteinander verbunden sind.

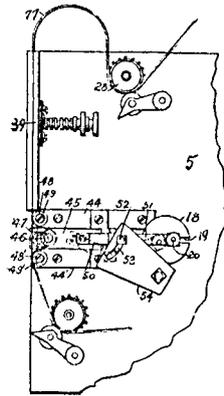


Abb. 32.

Der eine Teil 50 ist an das Gleitstück 45, der andere Teil 51 an einen in der radialen Nut 19 der Scheibe 18 verschiebbaren und feststellbaren Bolzen 20 angelenkt. Seitlich von den Schienen 44 und 44¹ ist eine Führungsplatte 54 angeordnet, in deren Schlitz 53 der Zapfen 52 des Verbinders 50, 51 eingreift.

Beim Umlauf der Scheibe 18 bewegt sich der Zapfen 52 zwangsläufig in dem Schlitz 53, wodurch die Vorwärts- und Rückwärtsbewegung des Gleitstückes 45 entsprechend abgegrenzt wird. Der Abstand des Bolzens 20 von seiner Drehachse einerseits und die Form des Schlitzes 53 der Platte 54 andererseits bedingen die Hubhöhe und die Form der Bewegung der Rolle 47. Es ist zweckmäßig, den Schlitz 52 so auszugestalten, daß sich das Gleitstück 45 nur etwa während eines Viertels des Umlaufes der Scheibe 18 bewegt; die übrigen drei Viertel des Umlaufes werden durch das seitliche Ausweichen und Wiedergeraderichten der mit Gelenk versehenen Pleuelstange 50, 51 ausgefüllt.

Ähnlich wie bei den absatzweise gedrehten Stiftwalzen kann man auch bei den Schlägern sich umlaufender Getriebe bedienen, um die wirksame Bewegung des Fortschaltgliedes möglichst rasch ablaufen zu lassen. Einen solchen Schläger hat Chr. P. Christensen vorgeschlagen¹⁾. In einem feststehenden Ring *r* (Abb. 33) mit innerer Verzahnung dreht sich eine Welle *p*, die eine Scheibe *h* mit einem Kurbelzapfen *d* trägt. Auf diesem

¹⁾ D. R. P. 232.849.

ist ein Zahnrad *c*, dessen Zahnkreis den halben Durchmesser des Zahnkreises des Ringes *r* hat, drehbar angeordnet. Mit dem Zahnrad *c* ist starr verbunden eine der Scheibe *h* ähnlich geformte Scheibe *i*, auf welcher die Schlägerrolle *g* sitzt. Diese bewegt sich in einer Bahn, deren Form von der Lage ihrer Achse zum Umfange des Zahnrades *c* abhängt. Es erscheint besonders vorteilhaft, sie entweder etwas außer- oder innerhalb des Umlaufes dieses Zahnrades anzuordnen. Auf dem breiteren Teil der Scheibe *h* und *i* sind Gegengewichte angebracht, welche die Scheiben ausbalancieren. Die Vorrichtung gestattet den Bild-

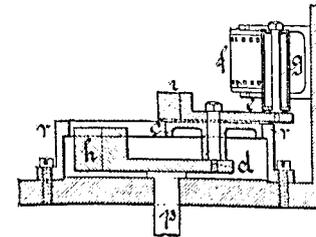
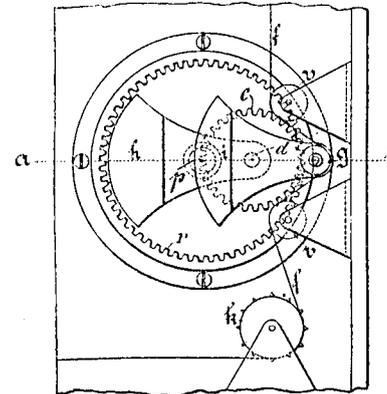


Abb. 33.

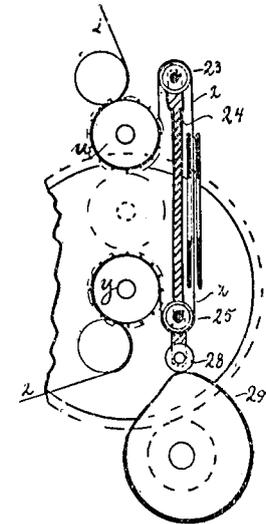


Abb. 34.

wechsel in $1/150$ Sekunde zu bewerkstelligen, was besonders für die Apparate zur Farbenkinematographie von Wichtigkeit ist.

Zwei gegenläufige Schlägerrollen. Mit Rücksicht auf die bauliche Ausbildung der die absatzweise Fortschaltung bewirkenden Teile ist der Serienapparat von R. H. Edwards unter die Schlägerapparate zu rechnen, obwohl die dem Schlägertypus eigene ruckweise Beanspruchung des Bildbandes hier dadurch in Wegfall gekommen ist, daß zwei Schläger, und zwar so miteinander gekuppelt sind, daß sie gegeneinander arbeiten. Das Bildband 2 wird durch die beiden Stiftwalzen *u* und *y* (Abb. 34) gleichmäßig geschaltet. Zwischen beiden Walzen läuft es über die beiden Rollen 23 und 25, die auf dem Träger 24 angebracht sind. Am unteren Ende dieses Trägers ist eine Rolle 28 angebracht, mit der er — in einem Schlitten auf- und abwärts verschiebbar — auf der unrunder Scheibe 29 unter dem Druck einer Feder aufruft. Die Scheibe 29 läuft nach rechts herum. Aus der gezeichneten Stellung gleitet der Träger zunächst auf einem kurzen

steilen Kurventeile herab. Während dieses Herabgleitens wird das Bildband rasch um eine Bildhöhe an dem Bildfenster vorbeigezogen. Da aber hierbei die Rolle 23 ebensoviel herabsinkt wie die Rolle 25, wird das Bildband einem nennenswerten Ruck nicht unterworfen, es findet vielmehr lediglich ein Gleiten über diese Rollen und ein beschleunigtes Umbiegen des Bildbandes statt. Der langsame, über annähernd sieben Achtel des Scheibenumfanges sich erstreckende Anstieg fördert nunmehr den Träger 24 langsam in die Höhe, und zwar wird die an der Rolle 25 hierbei frei werdende untere Schleife des Bildbandes von der Stiftwalze γ aufgenommen, während das von der Stiftwalze u zugeführte Filmstück durch die von der Rolle 23 gebildete Schleife verbraucht wird. Der am Bildfenster befindliche Teil des Bandes erfährt hierbei keinerlei Verschiebung, steht also still. Fraglich erscheint es allerdings, ob von den wohl ganz unvermeidlichen Erschütterungen des Trägers und der beiden Rollen sich nichts auf den Filmteil zwischen beiden Rollen überträgt, dieser also so still steht, wie es für das Band im Bildfeld unbedingt erforderlich ist. Hinsichtlich der Beanspruchung des Bildbandes auf Zug stellt dieser Apparat zweifellos eine sehr glückliche Lösung der Fortschaltung dar¹⁾.

d) Die Reibungsscheibe.

Auch eine Art Greifer stellt die Lückenwalze oder Reibungsscheibe dar. Es läuft hier das Bildband hinter dem Bildfenster zwischen einer stetig vom Werk gedrehten und einer meist lose auf ihrer Achse sitzenden Walze hindurch. Die Mantelfläche der stetig gedrehten Walze besteht aus zwei Teilen; der eine, und zwar der bei weitem größere Teil hat einen so kleinen Halbmesser, daß das Bildband durch ihn nicht an die Gegendruckwalze gepreßt werden kann. Der andere, kleinere Teil hingegen springt so weit vor, daß er das Band fest an die Gegendruckwalze anpreßt und es dabei um seine eigene Länge weiter schaltet. Um das Bildband an den Bildflächen selbst zu schonen, ist die Schaltwalze auf ihrem mittleren Teil ausgespart, so daß sie nur auf ihren Rändern in einer Breite, die der Breite der bildfreien Lochreihen beiderseits entspricht, gegen das Band drückt und es dort erfaßt. Diese beiden Wülste der Lückenwalze können mit Leder besetzt sein, um so eine hinreichende Reibung ohne allzu starken Druck zu ermöglichen. — Bei der Lückenwalze sind wie beim Schläger die Lochungen im Bildbande nur notwendig für die Förderung des Bandes durch die stetig arbeitenden Teile; die Lückenwalze selbst bedarf ihrer ebensowenig wie der Schläger. Im übrigen unterscheiden sich beide Typen wesentlich voneinander. Beim Schläger tritt an dem — im Sinne der Bewegung des Films gerechnet — hinter dem Bildfenster liegenden, stetig schaltenden Stiftrade im Augenblick der absatzweisen Fortschaltungs-Bewegung ein heftiger rückwärts wirkender Zug auf, der das Band in seinen Löchern ebenso stark beansprucht, wie dies beim Greifer oder bei dem Maltesergerippe der Fall

¹⁾ D. R. P. 113.279, wo auch noch andere Ausführungsmöglichkeiten dieser Konstruktion beschrieben sind, Etwas abgeändert: Amerik. Pat. 704.449. Ähnlich Brit. Pat. 10.685 vom J. 1898 oder Amerik. Pat. 629.582 von „The Mutoscope and Biograph Syndicate Ltd“ und J. Mason.

ist; denn die sprungweise Fortschaltung ist hier ja nur dadurch möglich, daß das Bildband jenseits des Schlägers festgehalten wird. Bei der Lückenwalze fällt diese Beanspruchung weg. Sie fördert, unabhängig davon, ob und wie das Band im übrigen gehalten wird, falls es nur vor ihr nicht völlig straff ist. Allerdings ist bei den gebräuchlichen Formen der Lückenwalze deren Fördergeschwindigkeit während der ganzen Dauer der absatzweisen Schaltung konstant, sie arbeitet also sehr stoßweise. Doch kann man dies in verhältnismäßig einfacher Weise dadurch beseitigen, daß man der Reibungsscheibe selbst eine absatzweise Drehung etwa durch ein Maltesergetriebe oder eine Kulisse erteilt.

Schon früh findet sich die Lückenwalze in der Kinematographie; Cl. Grivolos fils hat 1897 eine Reihe von Ausführungsformen beschrieben¹⁾. Abb. 35 zeigt ein Schaltungsschema nach Angabe von Alfred Duskes²⁾. Die Führungsrolle b leitet das Bildband e über die Rolle b^1 auf die sich ständig drehende, mit Zähnen besetzte Vorwickelwalze c . Etwas oberhalb dieser ist ein sattelförmiger, mit Zähnen, Spitzen oder anderen Hervorragungen versehener Halter d angeordnet, dessen Spitzen in Entfernungen voneinander angeordnet sind, die den Abständen der Durchbrechungen im Filmband entsprechen. Jenseits des Halters d geht das Band noch über einige Führungsrollen und gelangt dann in das Bildfenster g , welches mit der Klemmvorrichtung h versehen ist. Als dann durchläuft es den absatzweise wirkenden Teil der Fortschaltvorrichtung, worauf es über eine letzte Leitrolle auf die nicht gezeichnete untere Trommel läuft. Diese Fortschaltvorrichtung besteht aus der Walze i , auf welcher der Reibungsklotz l sitzt, der das Band gegen die federnd gelagerte Gegendruckrolle k preßt und es dabei fördert. Ein auf der Walze i sitzender Krummzapfen lüftet durch das Hebelgestänge h, m, n den beweglichen Teil des Bildfensters g während der Dauer der absatzweisen Fortschaltung, legt es aber sofort wieder fest, sobald diese beendet ist. In dem Augenblicke, in dem das Filmband im Bildfenster festgelegt ist, wird über dem Halter d , da die Trommel c das Band ständig weiterschaltet, eine Schleife gebildet, wie dies aus der Zeichnung hervorgeht. Nachdem die Schleife eine Größe erreicht hat, die der Länge einer Bildlänge entspricht, wird das Band im Fenster g freigegeben und vermittels des Fortschaltklotzes l um eine Bildlänge nach unten gezogen. Dadurch wird die Schleife über dem Halter d glattgezogen und das Band legt sich mit seinen Durchbrechungen in die Zähne des Halters d ; es sitzt dann auf dem Halter fest und kann nicht

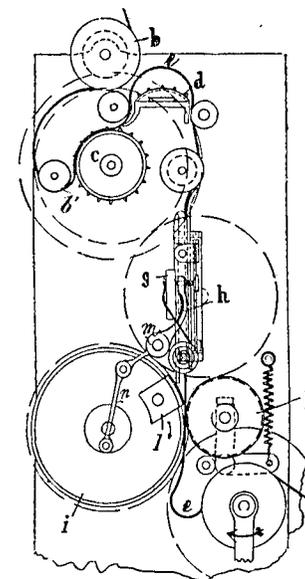


Abb. 35.

¹⁾ D. R. P. 102.756.

²⁾ D. R. P. 202.106 oder Österr. Pat. 31.634.

nachrutschen. Bis der Schaltklotz *l* der Trommel *i* eine neue Umdrehung bis zur Berührung mit der Gegendruckrolle *k* gemacht hat, hat sich das Band durch das Nachschieben mittels der Trommel *c* von dem Halter *d* wieder abgehoben und eine neue Schleife gebildet, die bei der hierauf von neuem erfolgenden Fortschaltung durch den Zug des Klotzes *l* wieder glattgezogen wird. Das von der Vorwickeltrommel bei jeder Fortschaltung geförderte Stück des Bildbandes ist gleich der über dem Halter *d* entstehenden Schleife und diese wieder gleich dem jedesmal fortgeschalteten Stück des Bildbandes. Diese drei Beträge entsprechen aber wiederum jeder der Länge eines Bildes des Filmbandes.

Zur Scheibe verschiebbare Schaltsegmente. Bei der von St. Kucharski angegebenen Reibungsscheibe soll der Film längs eines möglichst ausgedehnten Filmstückes erfaßt werden, um so Beschädigungen zu vermeiden und doch eine möglichst gleichmäßige Fortschaltung zu erzielen¹⁾. Abb. 36 stellt die Vorrichtung dar, und zwar unten die Lage der einzelnen Teile unmittelbar vor der absatzweisen Fortschaltung und oben während dieser. Es ist hier auf den beiden miteinander kämmenden Scheiben *d*₁, *d*₂ je ein Segment *f*₁ und *f*₂ gelagert. Durch die Federn *h*₁ und *h*₂ werden sie in einer solchen Lage gehalten, daß sie sich, wenn sie sich begegnen, gerade nicht berühren. Auf der Scheibe *d*₁ findet sich ein Winkelhebel *k*₁, *k*₂, dessen einer Arm gegen das Segment *f*₁ anliegt, während der andere Arm dann, wenn die beiden Segmente einander gegenüberstehen, gegen einen

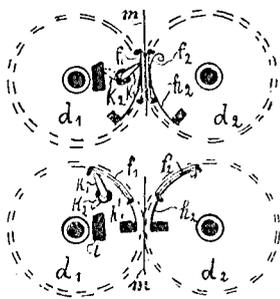


Abb. 36.

am Gestell des Kinowerkes befestigten Anschlag *i* trifft. Hierbei wird der Winkelhebel so gedreht, daß nunmehr das Segment *f*₁ gegen das Segment *f*₂ vorgedrängt wird und das Bildband *m* erfaßt, es plötzlich mit sich reißend. Im weiteren Verlauf der Drehung der Scheibe *d*₁ gleitet der Arm *k*₂ vom Anschlag ab, das Segment *f*₁ wird durch die Feder *h*₁ zurückgedrängt und der Film bleibt in seiner Lage stehen.

Regelung der Fortschaltweite durch die Filmlöcher. Bildbänder von verschiedener Dicke erfahren bei der Reibungsfortschaltung leicht eine mit der Dicke wachsende Fortschaltlänge, die, so gering sie bei jedem Schritt ist, durch Multiplikation mit der Zahl der Fortschaltungen leicht zu großen Unstimmigkeiten führen kann. Um dies zu verhüten, kann man bei gelochten Films deren Fortschaltung durch die Löcher begrenzen, ohne daß diese zum absatzweisen Fortschalten selbst in Anspruch genommen werden. Die Mittellinien der beiden Wülste, welche gegen die Filmränder zum Zwecke der Fortbewegung sich anlegen, müssen genau mit der Mittellinie der Lochreihen übereinstimmen. An dem Ende, welches zuerst mit dem Bildband in Berührung kommt, sind die Wülste wesentlich breiter als die Löcher, so daß sie das Band sicher erfassen und gegen die mit der die Wülste tragenden Walze durch Zahnradeingriff gekuppelten Gegendruckwalze

¹⁾ D. R. P. 179.489.

pressen und mitnehmen. Die Wülste verjüngen sich allmählich so weit, daß sie schmäler sind als die Löcher des Films. Dieser wird so eingesetzt, daß, wenn die schmalen Enden der Wülste an der Gegendruckrolle anliegen, die schmalen Wülstenkanten genau mitten durch zwei einander gegenüberliegende Löcher des Bildbandes gehen. Hier endet nun die Fortschaltung des Bandes dann, wenn die Linie, in der die Wülste die Gegendruckwalze berühren, in die Filmlöcher fällt. Es wird also die Schrittlänge der absatzweisen Fortschaltung begrenzt durch die Lage der Filmlöcher, mithin durch die Bildgröße und nicht durch die Filmdicke¹⁾.

Bei dem Apparat von H. Reichenbach²⁾ hat die Reibungsscheibe an ihrem Umfang eine größere Zahl von Schaltnocken. Diese nehmen beim Vorbeigehen an einer Walze das zwischen ihnen und dieser hindurchgehende Bildband sprungweise mit und zwar wird das Band sowohl vor wie hinter dem Bildfenster erfaßt. Ferner schalten sie um den gleichen Betrag jedesmal die Aufwickeltrommel des Bildbandes weiter. Zwischen je zwei Nocken liegt auf der Scheibe noch eine Nase, die die Bremsung des Bildbandes im Bildfenster jedesmal so lange aufhebt, als ein Nocken in Tätigkeit ist. Das Spiel der einzelnen Teile ist hierbei derart, daß zuerst das Band vor dem Bildfenster bewegt wird, dann dieses geöffnet, hierauf das Band hinter dem Fenster bewegt und zum Schluß das Fenster wieder geschlossen wird. Um die Größe der jedesmaligen Fortschaltung einstellen zu können, sind die beiden Gegendruckwalzen auf einem gemeinsamen Träger gelagert, der durch einen Exzenter dem Umfang der die Schaltnocken tragenden Scheibe genähert, bzw. von diesem entfernt werden kann.

Unstetig gedrehte Reibungsscheibe. Eine absatzweise geschaltete Reibungsscheibe haben E. Unger und P. F. Krug beschrieben³⁾.

Der Film 1 (Abb. 37) läuft hier über eine am Rande mit zwei über den ganzen Mantel sich erstreckenden Fortschaltwülsten versehene Reibungsscheibe 2. Statt der Gegendruckrolle ist hier ein endloses, über Rollen 4, 5 geführtes Band 3 benutzt. Die Rollen lagern in einem Querstück 6, dessen Träger 7 durch einen Schlitz auf dem Vierkant 8 geführt ist und durch eine Feder in der Richtung des Pfeiles 9 gegen den Umfang der Reibungsscheibe gepreßt wird. Auch das aus elastischem Stoff wie Gummi bestehende Band 3 hat in einem der Filmbreite entsprechenden Abstand wie die Reibungsscheibe Wülste, so daß der Film auf beiden Flächen nur längs seinen Rändern gefaßt wird. Der absatzweise Antrieb der Reibungsscheibe geht von der stetig umlaufenden Achse 11 aus; auf dieser sitzt der Zylinder 12, der Nuten 13 trägt. Auf der Stirnfläche der Scheibe 2 sitzen Stifte 10. Wird die Achse 11 im Sinne des Pfeiles gedreht, so stößt der an dem Ende der

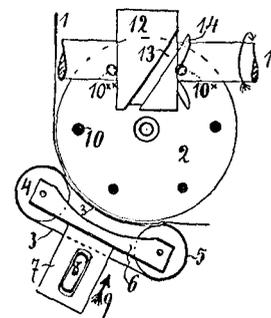


Abb. 37.

¹⁾ Amerik. Pat. 776.723 von H. Casler.

²⁾ D. R. P. 157.666 oder Amerik. Pat. 710.339.

³⁾ Amerik. Pat. 596.687.

Zylindernut 13 sitzende Vorsprung gegen den oben bei 10* befindlichen durch die Achse verdeckten Stift, drängt diesen in die Nut und befördert ihn in die Stellung 10**. Dadurch, daß man der Nut passende Formen gibt, kann man, wie bei den Stiftwalzen, der absatzweisen Fortschaltung des Bandes jede gewünschte Form geben.

Doppelte absatzweise Schaltung. Es besteht bei der Fortschaltung mittels Reibungswalze leicht die Gefahr, daß die Schrittgröße nicht vollkommen konstant bleibt. Die Deutsche Mutoskop- und Biograph-Gesellschaft hat deshalb vorgeschlagen, vor dem Bildfenster das Band durch ein Maltesergesperre während des Bildstillstandes stets genau um eine Bildhöhe zu einer Schleife fortzuschalten. Da das Maltesergesperre stillsteht, so wenn der Reibungsnocken das Band durch das Bildfenster hindurchzieht, so kann er höchstens diese Schleife gerade ziehen, also jedenfalls nicht zu viel Band fördern. Man wird nun vorteilhaft daran tun, die Schritthöhe des Reibungsnockens um ein klein wenig zu groß zu wählen, aber die Reibung selbst nicht so stark zu machen, daß das Band nicht zu stark gedehnt oder gar zerrissen wird. Es mag auf den ersten Blick befremdlich erscheinen, daß man diesen Umweg gewählt hat und zwei absatzweise wirkende Schaltvorrichtungen anwendet. Das Maltesergesperre hat aber für sich die bei der Reibungsschaltung lange Zeit des Bildstillstandes zur Verfügung, kann also langsam und mithin schonend arbeiten und trotzdem erzielt man durch den Reibungsnocken eine kurze Dunkelpause¹⁾.

1) D. R. P. 207.191.

IV. Der Verschuß.

Bei den weitaus meisten Kinematographenapparaten ist es notwendig, daß das Bildband sowohl bei der Aufnahme wie auch bei der Vorführung so lange abgedeckt wird, als es sich im Bildfenster bewegt. Diese Abdeckung erfolgt durch einen mit dem Triebwerk gekuppelten Verschuß.

Hinsichtlich des Verschlusses besteht zwischen den Aufnahme- und den Vorführungsapparaten ein wesentlicher Gegensatz. Für die Aufnahme kann es vorkommen, daß die Zeit, welche durch die Bauart des Fortschaltwerkes zur Verfügung steht, zu groß ist, als daß die Dauer der Aufnahme sich über die ganze Zeit erstrecken dürfte. Bewegten sich nämlich die aufzunehmenden Objekte zu rasch, so würde man unscharfe Bilder erhalten. Andererseits verlangen schlecht beleuchtete, aber langsamer bewegte Objekte die volle Ausnutzung des Stillstandes des Bildbandes. Ein guter Aufnahmeapparat muß also einen Verschuß besitzen, bei dem das Verhältnis der Belichtungszeit zur Dauer einer vollen Periode unabhängig von der Drehgeschwindigkeit des Werkes verändert werden kann. Anders bei dem Vorführungskino. Dort soll die Dauer des Filmstillstandes völlig ausgenutzt werden, aber es machen später näher zu behandelnde physiologische Erscheinungen es wünschenswert, daß entweder die Dunkelpause etwas aufgehellt oder umgekehrt die für die Beleuchtung zur Verfügung stehende Zeit durch eine oder mehrere kurze Dunkelpausen unterbrochen wird. Es ergibt sich hieraus, daß die Verschlüsse der Aufnahme- und der Vorführungskinetographen sich wenigstens bei den vollkommeneren Apparaten im einzelnen unterscheiden und daß die Übereinstimmung nur in den grundlegenden Teilen besteht.

Man unterscheidet an dem Verschuß die in den Strahlengang eingreifenden eigentlichen Abschlußorgane, welche im allgemeinen Plattenform haben, und die Antriebsmittel für diese. Im allgemeinen überwiegen die Verschlüsse, an denen stets nur in einem Sinne verlaufende, stetige Drehbewegungen vorkommen. Allerdings gibt es auch Verschlüsse mit schwingenden und geradlinig hin- und hergehenden Teilen. Doch sind diese im allgemeinen den erstgenannten gegenüber im Nachteil, da sie ein Zurruhekomen von immerhin ziemlich großen und rasch bewegten Massen verlangen.

Kreisscheiben. In den meisten Fällen besteht der Verschuß aus einer mit einer oder mehreren Öffnungen versehenen Kreisscheibe, deren Drehachse parallel zur optischen Achse des Objektivs liegt. Da diese Scheibe mit großer Geschwindigkeit umläuft, so muß sie möglichst gut ausgeglichen sein, damit durch sie keine Erschütterungen hervorgerufen werden. Es ist klar, daß auch ein ausbalancierter Flügel an Stelle der Scheibe benutzt werden

kann. Die Drehgeschwindigkeit des Verschlusses ist meistens so bemessen, daß er auf eine volle Bewegung der Vorrichtung zum absatzweisen Fördern des Bildbandes einen Umlauf macht. Da das Objektiv nun zunächst nur während der Weiterbewegung des Bildes im Fenster abgedeckt sein muß, so ist zu diesem Zweck nur ein Abdeckflügel notwendig, so daß die Öffnung den größten Teil der Scheibe ausmachen könnte. Aus späterhin näher zu erörternden Gründen, nämlich um das sogenannte Flimmern der Bilder auf dem Projektions- schirm zu vermeiden, zieht man es aber vor, während der Zeit des Still- standes des Bildbandes eine oder mehrere kurze Dunkelpausen einzuschieben.

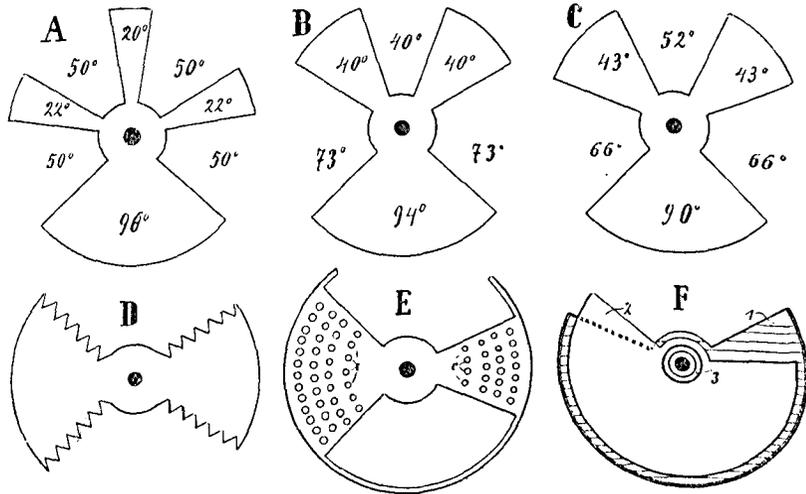


Abb. 38.

Man benutzt also Kreisscheiben mit mehr als einer Lichtöffnung oder mehr- flügelige Blenden. Die Abschlußkante soll das Bild stets möglichst rasch ab- decken; denn die Bewegung des Bildbandes soll nur während der Zeit des völligen Verschlusses erfolgen. Man legt den Verschuß also so, daß seine Ab- deckkante möglichst in Richtung der Schmalseiten des Fensters sich über dieses hin bewegt. Aus physiologischen Gründen ist es allerdings vorteilhaft, daß bei den Vorführungsapparaten der Übergang vom Hell zum Dunkel und umgekehrt nicht gar zu plötzlich ist. Man hat deshalb auch vorgeschlagen, die Abdeckkante als Zackenlinie auszubilden. Abb. 38 zeigt eine Anzahl ver- schiedener Formen von Verschlussblenden, beziehungsweise Flügeln. Die ein- fachste Form ist die mit nur einem Abdeckflügel, also die Abb. 38 A ent- sprechende, wenn die drei schmalen Flügel fehlen und nur der untere zu 96° vorhanden wäre. Solche Flügel kommen bei besseren Vorführungsapparaten nicht mehr vor, wohl aber sind sie bei den Aufnahmeapparaten Regel. Die breiten Abdecksektoren von etwa 90° in den Abbildungen A bis E treten während des Bildwechsels vor das Bildfenster. A stellt den Verschuß eines Liesegangschen Apparates, B und C den von zwei Ernemannschen Apparaten

dar (nach Marbe); D gibt einen Verschuß nach J. A. England¹⁾; bei E ist in den beiden Abdecksektoren eine große Zahl Öffnungen C angebracht, um das Dunkel während des Abdeckens zu mildern. F zeigt einen Verschuß für Aufnahmeapparate mit regelbarer Öffnung nach Ernemann. Es fällt hier zunächst auf, daß der offene Sektor im Verhältnis zum abgedeckten sehr klein ist. Es würden unscharfe Aufnahmen entstehen, wollte man bei einigermaßen rasch bewegten Objekten mit größerer Belichtungsdauer arbeiten. Man erkennt hieraus, daß unser Auge uns dann schon eine völlig kontinuierliche Bewegung vortäuscht, wenn ihm auch nur eine geringe Zahl von Teilbildern geboten wird. Nur wenn die Stellungsänderungen der Gegenstände in den aufeinanderfolgenden Teilbildern gar zu groß werden, bietet das dargebotene Bild den Eindruck einer ruckweisen Bewegung an Stelle der stetigen. Es können drei Viertel und mehr der Bewegungsphasen ausfallen, ohne daß deshalb das vorgeführte Bild Not leidet. Der in der Platte 1 vorhandene kleine Belichtungsausschnitt kann nun dadurch noch verkleinert werden, daß die Platte 2 nach Lösen der Mutter 3 um die gemeinsame Achse verstellt und dann durch die Mutter wieder gesichert wird. Eine auf einer der Platten angebrachte Teilung gibt die freie Öffnung zahlenmäßig an.

Gegenläufige Scheiben und Flügel. Man kann die Zeit, welche zwischen dem Beginn der Verdunkelung und der vollen Abdeckung liegt, dadurch abkürzen, daß man zwei Scheiben benutzt, die gegeneinander laufen. Bei gleicher Winkelgeschwindigkeit tritt hier volle Abdeckung in der halben Zeit ein, die für eine Scheibe notwendig ist. Am häufigsten finden sich hier zwei ineinandergeschachtelte Achsen, d. h. eine volle Welle und ein auf dieser drehbares Rohr, die durch ein passendes Vorgelege in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Winkelgeschwindigkeit in Drehung versetzt werden. Auf jeder

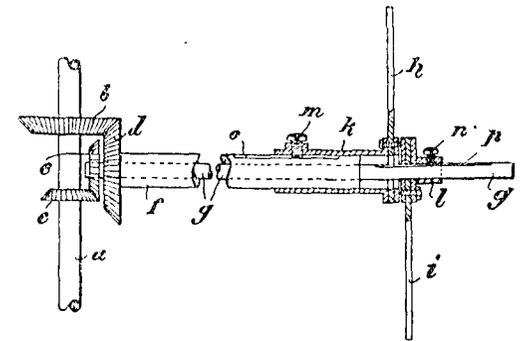


Abb. 39.

der beiden Achsen sitzen Flü- gel, welche gleichzeitig, aber von entgegengesetzter Seite her durch den Strahlengang schlagen. Die Flügel können senkrecht oder schräg zu den Achsen sitzen. Abb. 39 zeigt die erstgenannte, Abb. 40 die an zweiter Stelle erwähnte An- ordnung. An jener findet sich eine Einrichtung, welche ge- stattet, die Blende stets in die gleiche Lage zu dem Objektiv zu bringen. Es ist dies beson- ders wichtig für Vorführungs- apparate, bei denen das Objektiv je nach dem Abstand der Projektionswand vom Apparat stark verschoben werden muß, oder bei denen wohl auch Objektive mit verschiedener Brennweite an einem Apparat verwendet werden sollen. Der Ver- schluß soll nun in allen Fällen den gleichen Bildwinkel bedecken. Das kann

¹⁾ Amerik. Pat. Schr. 1,012,344, dort finden sich noch weitere Ausführungsformen dieser Verschußart.

er aber nur dann, wenn seine Platten verschoben werden können. Die vom Triebwerk gedrehte Achse *a* (Abb. 39) trägt die Kegelräder *b* und *c*, deren jedes in ein ihm gleich großes Rad *d*, beziehungsweise *e* eingreift; dieses sitzt auf der Welle *g*, jenes auf dem die Welle mit Spiel umfassenden Rohr *f*. Rohr und Welle drehen sich mithin mit gleicher Winkelgeschwindigkeit, aber in entgegengesetzter Richtung. Auf dem Rohr ist die Rille *o* und auf der Welle die Rille *p* ausgespart. Auf dem Rohr sitzt mittels der Hülse *h* der Flügel *h*, auf der Welle mittels der Hülse *l* der Flügel *i*. Beide Hülsen können durch die Schrauben *m*, beziehungsweise *n* in jeder beliebigen Stellung längs ihren Achsen fixiert werden¹⁾.

In einfacherer Weise läßt sich bei der einzelnen Kreisscheibe die Verschiebbarkeit erzielen. Das Achsenlager für die Scheibe befindet sich hier an dem Kopfe der Objektivfassung. Die Achse der Scheibe hat an ihrem rückwärtigen Ende eine Kugel, welche von einem Rohre nach Art der Kugelgelenke umfaßt wird. Ein Stift sitzt fest in dem Rohr und geht durch eine weite Bohrung der Kugel hindurch. In dem Rohr gleitet durch Schlitz und Stift geführt ein engeres Rohr, das wiederum mit einem ebenso gebauten Kugelgelenk mit der am Gestell des Apparates gelagerten Triebachse für den Verschuß gekuppelt ist. Das Objektiv ist sowohl in seiner optischen Achse verschiebbar wie auch am Gestell in Höhe und Breite verstellbar. All diesen Bewegungen kann der Verschuß in dem durch die Verhältnisse bedingten Maße folgen²⁾.

Die Verschlüsse mit schräg zu ihrer Triebachse sitzenden gegenläufigen Verschußplatten lassen sich enger zusammenbauen als die zuvor beschriebenen. Das vom Rade 5 angetriebene Rad 6 hat an seiner Stirnfläche eine abgeschrägte Zahnung 22, mit der es in das Rad 21 eingreift und so die Achse 20 dreht. Diese hat an ihrem anderen Ende ein Kegelrad 19, das einerseits mit dem Rade 17, andererseits mit Rad 18 kämmt. Letzteres sitzt fest auf der Welle 16, die in dem Lager 27 drehbar ist; sie trägt vorne die Kreisplatte 14, an der die beiden Arme 14¹ als schmale Verschußplatten schräg angebracht sind. Auf der Welle 16 sitzt lose die Hülse 15, welche wiederum in dem Lager 26 drehbar

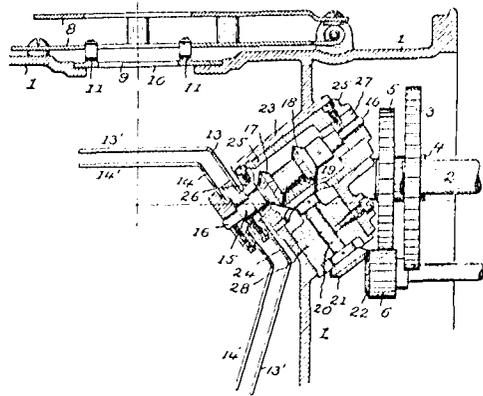


Abb. 40.

ist. Infolge dieser Einrichtung ist die Welle 16 auch an diesem Ende unterstützt. Die Hülse 15 bildet nach innen hin mit dem Kegelrade 17 ein Ganzes; außen trägt sie die Kreisscheibe 13, welche gleichfalls zwei schräge Ver-

1) Max Hansen in D. R. P. 161.992. Ähnliche gegenläufige Flügelverschlüsse in den Amerik. Pat. 647.529 von E. Schneider, 879.355 von D. J. Bell und dem Brit. Pat. 24.290 vom J. 1898 von R. Simonau.

2) D. R. P. 210.305 oder Französ. Pat. 378.415 von A. Mallet.

schlußplatten 13¹ aufweist. Die Verschußplatten sind so justiert, daß eine ihrer Überdeckungen vor dem Bildfenster 9, 10 erfolgt. Ihre Abdeckränder laufen über das Bildfenster möglichst parallel zu dessen längeren Seiten, so daß das Abdecken und Freigeben des Gesichtsfeldes möglichst rasch vor sich geht¹⁾.

Kükenverschlüsse. Eine besondere Gruppe der Verschlüsse mir gegenläufigen Abdeckplatten bilden die Hahnkükenverschlüsse. Man denke sich einen Hahn mit nicht allzu weitem Zu- und Abflußrohr und einem sehr weit gebohrten Küken. Schaut man durch die Rohre hindurch, während das Küken stetig gedreht wird, so wird bei jeder vollen Drehung die Durchsicht zweimal unterbrochen, und zwar schreitet die Verdunkelung von zwei gegenüberliegenden Rändern gleichmäßig nach der Mitte hin vor und es beginnt das Freilegen der Öffnung von der Mitte her und geht nach den Rändern hin weiter, genau wie dies bei den besprochenen gegenläufigen Flügeln auch der Fall war. Auf der mittels Zahnrad gedrehten vertikalen Kreisscheibe 1 (Abb. 41) sind an zwei gegenüberliegenden Stellen Teile eines Zylindermantels 2, 2¹ konzentrisch zur Drehachse 6 angebracht. Das Bildfenster 4 wird bei einer Drehung der Scheibe zweimal abgedeckt. In dem Mantelraum ist ein zu dem Ganzen konachsiales Stück angeordnet, das gleichfalls zwei Zylindermantelstücke 3, 3¹ trägt. Dieses Einsatzstück ist um die Drehachse 6 einstellbar, so daß die Breite der Abdeckflächen sich leicht verändern läßt²⁾. Als äußersten Ausläufer der Kükenverschlüsse mag man ein mit beiden Seiten wirkendes endloses Rollband mit zwei großen Schlitzern betrachten, das über zwei Walzen läuft³⁾. Die Form der Bewegung der Abschlußkanten nähert sich hier schon derjenigen, die bei den später zu betrachtenden gegenläufigen Schiebern vorkommt. — Im Anschluß hieran sei noch erwähnt, daß für Aufnahmekino auch ein einfaches offenes Rollband mit Keilschlitzern vorgeschlagen worden ist, das sich sprungweise vor dem Film bewegte⁴⁾. Die Keilform der Schlitzte sollte, wenn der enge Teil unten und der weite oben lag, den Himmel kürzer belichten als den dunkleren Vordergrund.

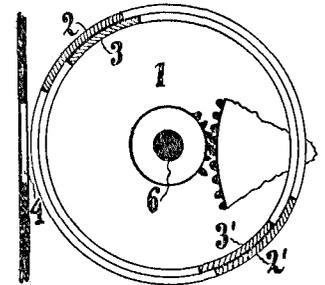


Abb. 41.

Lamellen. Es hat lange gedauert, bis man den Verschuß, der für die Aufnahmekamera die größte Bedeutung hat, auch bei den Kinematographen einzuführen versuchte, nämlich den Lamellenverschuß mit mehr als zwei Lamellen. Allerdings wird hierdurch die Zahl der bewegten Teile vergrößert, aber da das Werk ja doch schon so viele Teile hat, erscheint diese Vermehrung geringfügig gegenüber den Vorteilen, welche die Erhöhung der Lamellenzahl bietet. Nach E. M. Wooden sind die vier Lamellen (C₁, C₂, C₃, C₄) (Abb. 42) paarweise oberhalb und unterhalb des Bildfensters

1) Amerik. Pat. 909.677 von A. C. Roebuck; ähnlich in desselben Amerik. Pat. 1.006.406.

2) D. R. P. 93.120, Brit. Pat. 6536 vom J. 1897 von W. Latham, Amerik. Pat. 663.785 von E. L. Reulos, nur andeutungsweise in desselben D. R. P. 106.135.

3) Amerik. Pat. 1.003.536 von C. C. Sprinks.

4) D. R. P. 59.390 von V. v. Reitzner.

angeordnet, je eine Lamelle von jedem Paar liegt vor, bzw. hinter der das Bildfenster enthaltenden Platte B. Die Achsen der Lamellen tragen Zahn-

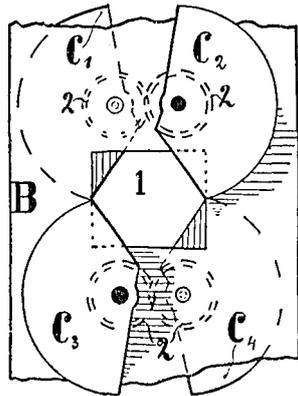


Abb. 42.

durch Schrauben 25 verbunden. Der Innenkreis dieses Ringes ist mit Zähnen 26 versehen, so daß er mit den Zähnen der Zahnräder 22 im Eingriff steht. Wird nun der Zahnkranz 18 in Drehung

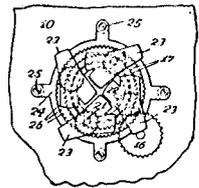


Abb. 43.

sehen werden, das unangenehme Flimmern vermieden werden soll. Von der mechanischen Seite aus betrachtet, zeigt der Verschluss durch die Kleinheit der bewegten Teile ein geringes Trägheitsmoment der zu bewegenden Massen und durch deren Anordnung symmetrisch zur optischen Achse eine günstige Massenverteilung.

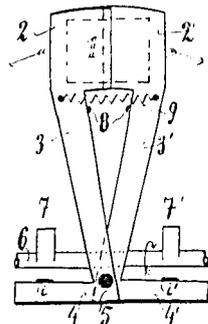


Abb. 44.

Schieber. Bei Spielzeugkinematographen kommen schwingende Schieber einfachster Konstruktion vor. Abb. 44 zeigt einen solchen. Das Bildfenster 1 wird durch die Abdeckplatten 2, 2' verdeckt, welche an den Armen 3, 3' sitzen und um die gemeinsame Achse 5 schwingen können. Die Schraubenfeder 9 zieht die beiden Arme gegen die Anschläge 8 und bringt dadurch die Abdeckplatten in die Verschlussstellung. Jeder der Arme hat einen Seitenarm 4, bzw. 4', von denen Anschlag-

1) Amerik. Pat. 1,004.330.

2) D. R. P. 244.021 oder Französis. Pat. 428.909 oder Amerik. Pat. 1,017.250 von Gustav Dietz.

flächen i, i^1 so nach rückwärts vorspringen, daß sie dort von den auf Welle 6 sitzenden Daumen 7, 7' erfaßt und nach unten gedrängt werden können. Die von den Armen 3, 4, bzw. 3', 4' gebildeten Winkelhebel schlagen alsdann aus und das Bildfeld wird frei¹⁾. Im Anschluß an die bei Lamellen-Objektivverschlüssen üblichen Formen schlug T. Scherf die Bewegung zweier an gegenüberliegenden Punkten des runden Bildfensters gelagerter Verschlussplatten mittels eines um kleine Winkel hin- und zurückgedrehten Antriebsringes vor²⁾. — Die Drehachse der Schieber kann aber auch so liegen, daß die Abdeckplatten in Zylinderflächen um diese Achse schwingen.

Bei den Schwingschieberverschlüssen von G. W. Bingham können Abdeckungen von kürzerer Dauer zwischen die für die Bildbandfortschaltung nötige Abdeckung von längerer Dauer eingeschoben werden³⁾. Bei dem Verschluss nach Abb. 45 greift ein auf der um die Achse r sitzenden Scheibe i_5 befestigter Stift i_6 in den Schlitz i_4 an dem Arm i ein, der vorne die Abdeckplatte i_3 vor dem Bildfenster c_4 trägt. Der Arm i schwingt um die Achse i_2 . Dreht sich die Scheibe in der Uhrzeigerrichtung, so hat die Abdeckplatte, wenn sie von unten nach oben geht, vor dem Bildfenster eine geringere Winkelgeschwindigkeit, als wenn sie von oben nach unten schwingt, da im ersten Falle der Stift i_6 an einem größeren Hebelarm des Armes i angreift, als im zweiten Fall. Es sind mit s und t zwei Lagen der Mittellinie des Armes i bei freiem Bildfeld angedeutet. Man sieht, daß bei der Lage s das Bildfenster frei ist, daß bei der Lage t die Abdeckplatte ihre höchst-Stellung hat; die Abdeckung beginnt, wenn die Lage s zum zweiten Male eingenommen wird. Während aber der Übergang aus der vollgezeichneten Stellung in die erste Stellung bei s einer Drehung der Scheibe i_5 von 60° entsprach, genügt eine solche von etwa 21° um den Arm aus der Stellung bei s in die voll ausgezogene Mittellage zu bringen. Es wechseln also hier stets eine lange und eine sehr kurze Abdeckung ab. Um nach jeder längeren Ablenkung zwei kürzere erfolgen zu lassen, gibt man der um a umlaufenden Scheibe b eine Nut b_3 von der in Abb. 46 gezeichneten Form. Die Abdeckplatte f_3 sitzt hier an dem Arm f_2 , der an einem Seitenarm den Stift f_4 trägt, der in die Nut eingreift. Bei den drei dem Mittelpunkt nahen Nutenstücken nimmt die Abdeckplatte die Stelle vor dem Bildfenster ein, während sie bei den drei vom Mittelpunkt weiter abstehenden Nutenstücken nach oben geschwungen ist, wie dies die gestrichelte Stellung andeutet. Das zur Achse a konzentrische Kurvenstück ergibt die für die Bandschaltung notwendige Abdeckung von längerer Dauer, während die beiden (in der Abbil-

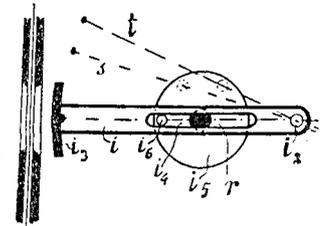


Abb. 45.

sehen werden, das unangenehme Flimmern vermieden werden soll. Von der mechanischen Seite aus betrachtet, zeigt der Verschluss durch die Kleinheit der bewegten Teile ein geringes Trägheitsmoment der zu bewegenden Massen und durch deren Anordnung symmetrisch zur optischen Achse eine günstige Massenverteilung.

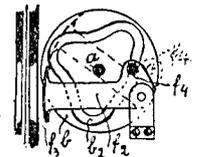


Abb. 46.

1) Gebr. Muster 345.374, 349.145 von G. Carette & Co., abgedruckt: Photogr. Industrie 1908, S. 1350, bzw. 1909, S. 196. Ähnlich bereits Frische-Greene und Evans in D. R. P. 56.503.

2) Amerik. Pat. 740.318.

3) Amerik. Pat. 960.793.

dung links oben und links unten befindlichen) konvexen Nutenstücke die Zwischenabdeckungen von kurzer Dauer ergeben.

Einen Verschuß mit zwei schwingenden Abdeckplatten hat L. Hetz angegeben¹⁾. Durch die Achse 7² (Abb. 47) wird der Krummzapfen 26³ bewegt, an den die Stange 26 angelenkt ist, welche den Balken 26² hin- und herwiegt, dessen Bewegung durch die beiden Stangen 25¹, veranlaßt wird, welche an je einem Ende des Balkens in Gelenken sitzen. Die um die Achsen 25³ beweglichen Arme 25¹, 25² kommen dadurch in gegenläufiges Schwingen von oben nach unten und bewirken somit durch die Abdeckplatten 25 das rhythmische Verdunkeln der Bildfelder.

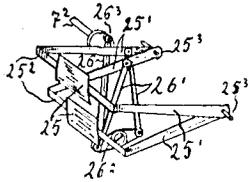


Abb. 47.

Auch mit geradlinig hin- und hergleitenden Abdeckschiebern arbeitende Verschlüsse sind vorgeschlagen worden, so z. B. von E. Schneider²⁾ und H. Werlich³⁾. Hier sollte die Bewegung abgeleitet werden von einer an ihrem Rande in Wellenlinien gebogenen oder ausgeschnittenen Blechscheibe, dort durch eine Kurvennut auf der Mantelfläche eines Zylinders, in welche der Steuerhebel eingreift. — Bei dem Doppelapparat von S. und F. Lysikiewicz⁴⁾ wird jede der beiden Bildöffnungen durch einen in wagerechter Richtung mittels einer Kulissensteuerung bewegten Schieber abwechselnd abgedeckt und freigegeben; der eine Schieber ist durch eine Mikrometerschraube auf seinem Träger fein einstellbar.

Das Flimmern der Kinobilder. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß wechselnde Reizungen unserer Sinnesorgane, wenn die einzelnen Reize allmählich in immer rascherer Folge auf uns einwirken, von einer bestimmten Grenze an nicht mehr als scharf getrennte Einzelreize wahrgenommen werden, ohne daß deshalb sofort ein Verschmelzen der Einzelreize zu einem einheitlichen Reiz eintritt. Ein solcher entsteht vielmehr erst dann, wenn die Einzelreize noch rascher an unsere Sinnesorgane gelangen. Zwischen den getrennt wahrgenommenen Einzelreizen und dem Verschmelzen liegt ein Gebiet, bei dem wir bei der Wahrnehmung von Lichteindrücken vom Flimmern reden. Dieses Flimmern spielt nun in der praktischen Kinematographie eine sehr bedeutende Rolle. Es ermüdet das Auge des Beschauers und stört den Eindruck des bewegten Bildes außerordentlich; der Konstrukteur muß bei den Vorführungsapparaten die Ursachen des Flimmerns in erster Linie zu vermeiden suchen, aber auch der Vorführer muß unter Umständen hier eingreifen, denn die Neigung zum Flimmern ist auch bei Benutzung eines und desselben Apparates bei verschiedenartigen Bildern verschieden groß.

Flimmern muß, falls nicht die betreffenden Ursachen vermieden werden, jeder Kinematograph, bei dem das Bildfeld während des sprunghaften Fortschreitens des Bildbandes abgedeckt wird. Nur wenn die einzelnen Lichteindrücke sich so rasch folgen, daß die Grenze des Verschmelzens erreicht

¹⁾ Amerik. Pat. 956.528.

²⁾ Amerik. Pat. 647.530.

³⁾ D. R. P. 204.011.

⁴⁾ Französ. Pat. 387.757.

oder überschritten ist, bleibt das Flimmern aus. Der Geschwindigkeit der Bildfolge sind nun aber Grenzen gesteckt. Einmal verbietet sich das Erhöhen der in der Zeiteinheit vorgeführten Bilder über eine gewisse Grenze aus wirtschaftlichen Gründen, weil dann zu lange und mithin zu teure Bildbänder notwendig würden. Und zum andern stellt ein zu rascher Bildwechsel an die Festigkeit des Bildbandes zu große Anforderungen und nutzt den Apparat selbst zu sehr ab. Man muß deshalb versuchen, das Flimmern zu vermeiden, ohne die Länge der Bänder oder die Geschwindigkeit der Fortschaltung ins Ungemessene zu steigern. Wollte man ohne Verschuß arbeiten, so würde man zwar das Flimmern vermeiden, aber man würde durch die unvermeidliche Wahrnehmung des sich bewegenden Bildbandes den Gesamteindruck verwaschen erscheinen lassen. Dieses Hilfsmittel kann nur für ganz einfache Apparate in Betracht kommen.

Wir müssen uns zunächst darüber klar werden, wie unser Auge beeinflusst wird, wenn eine weiße Fläche abwechselnd grell beleuchtet und verdunkelt wird. Es tritt bei jeder Beleuchtung eine Reizung der Netzhaut unserer Augen auf, welche während der Zeit der Verdunkelung wieder verschwindet. Selbst wenn es möglich wäre, die Beleuchtung der Fläche absolut plötzlich entstehen und verschwinden zu lassen, so würde doch die Wahrnehmung infolge einer gewissen Trägheit unserer Sinnesorgane nur allmählich ansteigen und aufhören. Die Wahrnehmung verläuft also in einer Wellenlinie von im allgemeinen nicht einfacher Form. Da nun eine Wahrnehmung rascher entsteht, als abklingt, so kann es eintreten, daß der neue Reiz früher einsetzt, als der vorhergehende merklich abgeklungen ist. Außerdem nehmen wir Schwankungen in der Stärke eines Reizes erst dann wahr, wenn die Schwankung einen gewissen, übrigens von der Stärke des gerade herrschenden Reizes abhängigen Betrag erreicht, bzw. überschreitet. Aus all dem ergibt sich, daß das Phänomen des Verschmelzens von Einzelreizen zu einer einheitlichen Wahrnehmung nicht ganz einfach ist. Die großen Fortschritte, welche die Kinematographie in der Gunst weiterer Kreise in den letzten Jahren gemacht hat, sind nicht zum wenigsten darauf zurückzuführen, daß es ihr gelungen ist, das Flimmern auf ein erträgliches Maß herabzudrängen.

Das Verschmelzen von Reizen. Zum näheren Verständnis der hier auftretenden Vorgänge ist es notwendig, die Erscheinung in ihren Einzelheiten zu verfolgen. Wir zerlegen die ganze Zeit T , innerhalb deren sich die Reizung des Auges abspielt, in n solcher Intervalle, daß während jedes dieser Intervalle ein Reiz R von merklich gleicher Stärke herrscht. Die Dauer des x -ten Intervalles sei t_x , der Reiz während desselben R_x . Dann ist m , der mittlere Reiz während der ganzen Zeit T , gegeben durch die Beziehung

$$m = \frac{1}{T} \cdot \sum_{x=1}^n (R_x \cdot t_x)$$

Um diesen Wert schwanken die Einzelreize der Intervalle. Diese Schwankungen werden mit v_x bezeichnet und es ist $v_x = m - R_x$. Um die mittlere Reizschwankung v während der ganzen Zeit T zu ermitteln, muß man jeden einzelnen v_x -Wert mit seinem zugehörigen t_x -Wert multiplizieren und

aus diesen Produkten die Summe bilden, ohne Rücksicht auf das den Differenzen $m - R_x$ zukommende Vorzeichen. Man erhält also:

$$v = \frac{I}{T} \cdot \sum_{x=1}^n (m - R_x)_{abs.} \cdot t_x$$

Zur Feststellung der hier geltenden Gesetzmäßigkeiten kann man sich rotierender weißer Scheiben bedienen, auf die schwarze Sektoren von verschiedener Größe aufgeklebt sind¹⁾. Das Reflexionsvermögen des schwarzen Papiers ist etwa $\frac{1}{60}$ desjenigen des weißen. Auf jeder Scheibe ist ein schwarzer Sektor, dessen Zentriwinkel im Verhältnis zu dem weißen Sektor durch P bezeichnet ist. Werden die Scheiben mit allmählich steigender Geschwindigkeit gedreht, so wird eine ziemlich scharf zu bestimmende Grenze, Verschmelzungsgrenze, wahrgenommen, bei der das Flimmern verschwindet. Die dieser entsprechende Dauer einer Umdrehung der Scheibe sei in Tausendstel Sekunden als kritische Periodendauer Kt bezeichnet. Einen Überblick über die Verschmelzung von Lichtreizen gibt die nachstehende Tabelle:

Nr.	P	v	m	Kt
1	0 : 1	0	1,0	∞
2	1 : 7	12,9	8,4	0,023 sec.
3	1 : 1	29,5	30,5	,019 "
4	7 : 1	12,9	52,6	,027 "
5	1 : 0	0	60,0	∞ "

Man erkennt, daß es, um das Flimmern zum Verschwinden zu bringen, der größten Drehgeschwindigkeit bei der Scheibe bedarf, welche zwei gleich große Sektoren von weißer, bzw. schwarzer Farbe aufweist. Hier ist die mittlere Reizschwankung v am größten. Vergleicht man die Scheiben Nummer 1, 2 und 3 miteinander, so erkennt man, daß die Verminderung der mittleren Reizschwankung die Verschmelzung befördert. Nun ist bei Scheibe 2 und 4 v zwar gleich, trotzdem aber Kt verschieden. Man erkennt hieraus, daß eine Vergrößerung der mittleren Reizstärke die Verschmelzung erleichtert. v und m wirken also in entgegengesetztem Sinn auf das Eintreten der Verschmelzung ein und es fragt sich, welcher der beiden Einflüsse überwiegt. Hierüber gibt folgender Versuch Aufschluß: Bringt man durch Einregulierung der Drehgeschwindigkeit der von einer künstlichen Lichtquelle beleuchteten Scheibe das Flimmern zum Verschwinden und nähert hierauf die Lichtquelle, so tritt das Flimmern wieder auf. Es überwiegt also der Einfluß der Reizschwankung den der Reizstärke. Über die näheren Verhältnisse mag folgende Tabelle orientieren:

T	Kt
2,8 amp.	0,036 sec.
3,2 "	,027 "
4,8 "	,023 "

¹⁾ Die im folgenden angeführten Versuche finden sich in: Theorie der kinematischen Projektion von Dr. Karl Marbe, Leipzig 1910, S. 30 ff.

Es bedeutet hier T die Stromstärke in der Lichtquelle und Kt wiederum die kritische Periode, bei der das Flimmern verschwindet. In Übereinstimmung hiermit stehen die jedem mit dem Kinematographen Vertrauten bekannten Tatsachen, daß das Flimmern am besten dann vermieden wird, wenn die Projektionslampe nicht heller brennt, als es zum Wahrnehmen der Bilder gerade notwendig ist, ferner daß Bilder mit ausgedehnten hellen Teilen, also solche zum Beispiel mit viel weißem Himmel, stärkere Neigung zum Flimmern zeigen als dunklere Bilder, ebenso daß das Betrachten der Bilder aus kurzer Entfernung ermüdender wirkt, als das aus größerem Abstand.

Für die Beleuchtungsstärken, welche man bei größeren Vorführungsapparaten notgedrungen anwenden muß, um helle, gut wahrnehmbare Bilder zu erhalten, liegt die kritische Periode bei etwa $\frac{1}{50}$ sec. Fünfzig Weiterschaltungen des Bandes in der Sekunde hält dieses nun aber nicht auf die Dauer aus. Man muß also an solche kurze Beleuchtungsperioden herankommen, ohne das Band in entsprechend kleinen Intervallen weiterzuschalten, das heißt man muß, während das Band stillsteht, Dunkelpausen einschieben. Man muß Verschlüsse konstruieren, die außer der zum Weiterschalten des Bandes notwendigen Verdunklung noch weitere Verdunklungen schaffen. Damit vergeudet man natürlich von dem so teuren elektrischen Strom der Projektionslampe einen großen Teil und es handelt sich nun in erster Linie darum, die Blendenform zu finden, die günstigste Ausnutzung des Stromes mit möglicher Flimmerfreiheit vereint. Um diese Fragen nun theoretisch und experimentell näher zu treten, hat K. Marbe des weiteren solche Scheiben untersucht, welche den tatsächlich als praktisch befundenen Verschlüssen entsprechen. Er hat auf weißen Scheiben schwarze Sektoren aufgeklebt, welche in ihrer Form und Abmessung den Abdecksektoren der in Fig. 38 A, B und C abgebildeten Verschlüsse entsprechen. Diese sind in den folgenden Tabellen mit Nr. 7, 9 und 11 bezeichnet. Unter Nr. 6, 8 und 10 sind die Werte für Scheiben beigefügt, welche nur einen großen Sektor entsprechend dem großen unteren Abdeckflügel haben. Der mittlere Reiz m muß natürlich bei der Vermehrung der Zahl und Fläche der Abdeckflügel, bzw. der schwarzen Sektoren sinken und dies allein schon nach den früheren Erörterungen die kritische Periodendauer Kt erhöhen; in Wirklichkeit wird diese aber weit mehr erhöht, als man erwarten sollte, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, und zwar trotz der Tatsache, daß die Reizschwankungen v selbst gleichfalls wachsen.

Nr.	v	m	Kt
6	23,0	443	0,0278 sec.
7	29,1	338	,0422 "
8	22,8	446	,0282 "
9	29,5	316	,0494 "
10	22,2	452	,0308 "
11	29,2	311	,0422 "

Die kritischen Periodendauern Kt haben bei den Scheiben Nr. 6, 8, 10 Werte, die etwa bei $\frac{1}{36}$ sec. liegen, also zum Verschwinden des Flimmerns viel zu kurze Fortschaltperioden verlangen, bei den Scheiben Nr. 7, 9 und 11

hingegen liegen sie bei $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{20}$ Sekunde, kommen also dem Erreichbaren schon sehr nahe, ohne daß die mittleren Reize m allzu stark herabgedrückt sind. Den scheinbaren Widerspruch, der darin liegt, daß die Reizschwankungen v gewachsen sind, hat Marbe durch folgendes geklärt: Zerlegt man die Scheiben der Verschlüsse durch je eine wagerechte und senkrechte Linie in ihre vier Quadranten und betrachtet jeden Quadranten für sich, so ergibt sich, daß bei den Scheiben Nr. 7, 9 und 11 innerhalb eines jeden Quadranten nahezu derselbe mittlere Reiz m herrscht, daß also beim Übergang von einem zum andern Quadranten nur eine sehr geringe Schwankung auftritt. Bei den Scheiben 6, 8 und 10 hingegen haben wir zwei sehr helle, gar nicht abgedunkelte Quadranten oben und zwei stark verdunkelte Quadranten unten. Beim Übergang von einem der oberen zu einem der unteren Quadranten treten mithin sehr starke Schwankungen auf und diese bedingen das Flimmern. Die nachstehende Tabelle gibt die Werte. Die Quadranten I und II sind jedesmal die beiden oberen, III und IV die unteren Quadranten; v^1 ist das arithmetische Mittel der Abweichungen zwischen den Reizen m^1 innerhalb eines jeden Quadranten.

	Nr.	m^1	v^1	Nr.	m^1	v^1
I	6	60,00	15,65	7	38,86	5,08
II		60,00			38,86	
III		28,70			28,70	
IV		28,70			28,70	
I	8	60,00	15,41	9	34,11	2,46
II		60,00			34,11	
III		29,19			29,19	
IV		29,19			29,19	
I	10	60,00	14,83	11	31,81	0,74
II		60,00			31,81	
III		30,34			30,34	
IV		30,34			30,34	

Überzählige Verdunklungen. Lange, ehe die hier geschilderten theoretischen Erwägungen angestellt waren, hatte die Praxis der Kinematographentechnik bereits versucht, das Flimmern durch die Einschaltung überzähliger Verdunklungen zu unterdrücken. Alle die oben Seite 52 dargestellten Verschlüsse für Vorführungsapparate zeigen ja neben dem breiten eigentlichen Abdecksektor einen oder mehrere überzählige Flügel, welche während des Bildstillstandes vor das Bildfenster treten. Man kann die überzähligen Abdeckungen nicht nur durch mehrflügelige Abdeckscheiben erreichen, sondern auch dadurch, daß man einen Verdunkler mit nur einem Flügel so laufen läßt, daß dieser Flügel in der Zeit, während der das Bildband im Bildfenster steht, ein oder mehrere Male vor diesem sich vorbeibewegt. Es sei hier auf den Apparat von Lepée und Contenet (S. 39) hingewiesen, bei dem zwei oder mehr Drehungen des Verschlusses auf eine Schaltbewegung

des Greifers kommen¹⁾. Hier ist jede der Zwischenverdunklungen so groß, wie die Hauptverdunklung, während welcher das Bildband geschaltet wird. Will man ein anderes Verhältnis zwischen Haupt- und Zwischenverdunklung oder deren Zahl noch mehr steigern, so ist es erforderlich, zwei am besten konachsiale Verschlusscheiben anzubringen, deren eine, langsam rotierende, die Hauptverdunklung liefert, während die zweite, sehr rasch umlaufende, die Zwischenverdunklungen schafft²⁾. Durch passende Auswahl der Drehungsgeschwindigkeit, Form, Zahl und Größe der Flügel des Hilfsverschlusses läßt sich so, wenn auch nur durch Komplizierung des instrumentellen Teiles, den Reizschwankungen jede nur erwünscht scheinende Form geben und somit das Flimmern vermeiden. Daß trotzdem das Kinobild, solange Reizschwankungen überhaupt in ihm vorkommen, auf den Zuschauer ermüdender wirkt als ein Bild von gleichgroßer schwankungsloser Reizung, ist meines Erachtens nicht zu bestreiten.

Aufhellen der Dunkelpause. Es gibt nun noch ein weiteres Mittel, die Reizschwankungen herabzusetzen, und dieses besteht darin, daß man die Verdunklung soweit aufhellt, daß man die während dieser stattfindende Bewegung des Bandes gerade nicht mehr bemerkt. Es kann dies z. B. dadurch geschehen, daß man in den undurchsichtigen Flügeln Schlitzze oder Löcher³⁾ anbringt oder sie aus Netzwerk herstellt, oder statt undurchsichtiger Flügel durchscheinende Platten⁴⁾ (Mattglas, mattierte Glimmer, eventuell beide mit Färbung) anwendet; man kann das Netzwerk oder die Mattierung auch so verlaufen lassen, daß der Übergang vom Hellen zum Dunkel allmählich erfolgt, also die Reizschwankung in ihrem zeitlichen Verlauf gemildert wird. Dadurch, daß an Stelle des vollen Dunkels ein mehr oder weniger abgeschwächtes Halbdunkel gesetzt wird, nähert sich der Reiz während dieser Zeit dem Reiz zur Zeit des vollen Lichtes, die Differenz zwischen beiden wird also geringer. Aber es ist auch hiermit ein Verlust an Lichtausbeute verknüpft. Denn es wirkt nunmehr zwischen je zwei Bildern nicht eine völlig dunkle Wand, sondern eine halbdunkle Wand auf unser Auge ein. Das lebende Bild hebt sich also gleichsam von einem grauen Hintergrund ab und es wird dadurch für den Beschauer nur ebenso wirksam wie ein Bild von geringerer Lichtstärke auf einem während der Pausen absolut lichtlosen Schirm. Abgesehen hiervon, verschwindet das Nachbild im Auge um so langsamer, je schwächer der dem ersten Lichtreiz folgende neue Lichtreiz ist. Das Abklingen des Bildes wird mithin beschleunigt, wenn unmittelbar ein wenn auch schwacher, so doch immerhin merklicher Reiz ausgeübt wird. Es ist mithin auch, wenigstens was die Lichtökonomie anlangt, wenig vorteilhaft, wenn, wie gleichfalls vorgeschlagen wurde, während der Dunkelpause des Kinematographen ein von der Projektionslampe abgezweigtes seitliches Lichtbündel auf die Bildwand geworfen wird⁵⁾. Das-

¹⁾ Französ. Pat. 392.148; ähnlich Brit. Pat. 7816 v. J. 1910 von L. Kamm.

²⁾ Amerik. Pat. 744.251 und 770.937 von Smith.

³⁾ Vgl. Verschuß nach Abb. 38, E.

⁴⁾ Z. B. Österr. Pat. 52.122; Brit. Pat. 12.059 und 22.117 vom J. 1908; Amerik. Pat. 904.212.

⁵⁾ Rob. Krayn in D. R. P. 100.245; nochmals angegeben von J. Delpech in Französ. Pat. 376.803.

selbe gilt von dem Vorschlag, den ganzen Zuschauerraum während der Dunkelpausen des Kinematographen mäßig zu erhellen, wieweil dieser Vorschlag aus feuerpolizeilichen Gründen vorteilhaft sein mag.

Allen hier erörterten Vorschlägen, das Flimmern zu vermeiden, ist gemeinsam ein Verlust an nutzbarer Energie der Lichtquelle des Projektionsapparates. Daß die überzähligen Abdunklungen in dieser Weise wirken, ist ohne weiteres ersichtlich, aber auch das Aufhellen der Dunkelpausen wirkt ebenso, da hierbei die Teile der Netzhaut, auf die während der Dauer des Bildes von diesem kein Licht fällt, auch gereizt werden, also das ganze Bild flauer erscheinen muß. Man wird deshalb das Flimmern aus wirtschaftlichen Gründen nur soweit unterdrücken, als es unbedingt erforderlich ist, und ein geringes Flimmern lieber mit in Kauf nehmen, als zu große Verluste an Licht zuzulassen. Man findet deshalb das Flimmern bei den geringwertigen Apparaten, bei denen aus wirtschaftlichen Gründen der elektrische Strom möglichst ausgenutzt werden soll, mehr, als bei den Apparaten in den feinen Kinoteatern, bei denen ein reger Besuch und hohe Eintrittsgelder dem Unternehmer eine gewisse Verschwendung an Elektrizität gestatten. Weiteren Vorschlägen zum Unterdrücken des Flimmerns werden wir später bei den Doppelapparaten und denen mit optischem Ausgleich der Bildwanderung begegnen.

Statt Verschuß unterbrochene Beleuchtung. Man kann übrigens ganz auf den Verschuß verzichten und doch nur absatzweise beleuchten, indem man in den Stromkreis der elektrischen Lampe einen rotierenden Unterbrecher legt, der synchron zum Bildwechsel den Strom schwächt, bzw. unterbricht. Schon einer der ältesten Apparate, der Anschützsche Schnellseher (Elektrotachyskop), benutzte dieses Verfahren. Bei ihm leuchtete eine hinter dem Bildfenster angebrachte Geißlersche Röhre nur für eine sehr kurze Zeit auf, wenn das zu betrachtende Bild sich gerade in der Mitte des Gesichtsfeldes befand. Nach einem Vorschlag von Dussaud soll eine Metallfadenlampe während des Bildstillstandes für eine verhältnismäßig kurze Zeit von einem übermäßig starken Strom gespeist, also mit sogenannter „Überspannung“ betrieben werden; während des Bildwechsels soll der Strom entweder ganz ausgeschaltet oder durch einen passenden Widerstand stark geschwächt werden¹⁾. Überspannte elektrische Lampen gewährleisten eine bessere Lichtausbeute für den aufgewendeten Strom als Lampen, die mit normalem Strom betrieben werden. Da der von dem Kinowerk gedrehte Umschalter die Lampen stets nur für kurze Zeit mit dem hochgespannten Strom belastet und diese in der Zwischenzeit sich wieder abkühlen können, so gefährdet dieser Betrieb die Lebensdauer der Lampen nicht so sehr, wie man glauben sollte. Da der Stromverbrauch während der Dunkelpausen fast ganz wegfällt, so mag die Ökonomie der Einrichtung günstig sein, doch ist der rotierende Umschalter ein Apparateteil, der starker Abnutzung unterworfen ist und selbst Energie verbraucht. Eine Beleuchtung mittels eines synchron zum Bildwechsel an- und abschwelenden Wechselstromes kleiner Frequenz brachte schon im Jahre 1904 die Elektrizitäts-

¹⁾ Compt. Rendus hebdomadaire de l'Académie des Sciences, 1910, t. 151 S. 858; Französ. Pat. 421.659 und Zusatz 13.429.

Gesellschaft Stotz & Co., Mannheim, in Vorschlag¹⁾. Bei Doppelapparaten hatte übrigens auch schon Ginoux vorgeschlagen, die beiden Lampen nur abwechselnd mit der Stromquelle zu verbinden und so bei jeder während der ihrem Bildbande zukommenden Dunkelpause den Strom zu ersparen²⁾.

Blende für Umwandlungsbilder. Jedes Aufnahmekino hat seine Blende zum Regeln der Tiefenschärfe. Für die Herstellung der Umwandlungsbilder, d. h. jener Bilder, bei denen nach Art der Geistererscheinungen eine Person oder ein Gegenstand allmählich erscheint oder verschwindet oder in eine andere Person oder einen andern Gegenstand allmählich übergeht, benutzt man gleichfalls diese Blende. Es sei z. B. das Auftreten eines „Geistes“ in einem Raum darzustellen. Zu diesem Zwecke macht man zunächst eine Aufnahme, bei der die betreffende Person sich auf der Szene befindet, aber man schließt die Irisblende allmählich immer mehr während des Verlaufes einer bestimmten Zahl von Umdrehungen des Kinowerkes. Sowie die Blende ganz geschlossen ist, hält man das Werk an; die Stelle der ersten Person wird nun durch die andere Person eingenommen. Das Kinowerk wird um die oben erwähnte Zahl von Umdrehungen zurückgedreht und es beginnt nun wieder die Aufnahme, wobei die Blende allmählich geöffnet wird und voll offen sein muß, wenn die genannte Zahl von Umdrehungen abgelaufen ist. Um beide Personen ineinander übergehen zu lassen, sind folgende Bedingungen notwendig: sie müssen beide so weit als möglich die gleichen Bewegungen machen, das Schließen der Blende im ersten Teil der Aufnahme muß ebenso erfolgen wie das Öffnen im zweiten Teil, dann ist die Belichtung des Films durchwegs gleichmäßig. Diese zweite Bedingung ist nun sehr schwer einzuhalten. Es ist deshalb vorteilhaft, nach einem Vorschlag der Comp. Générale de Phonographes, Cinématographes usw. zwischen dem Kinowerk und einer nur diesem Zwecke dienenden Irisblende eine einrückbare Kupplung anzubringen, so daß die Irisblende selbsttätig vollkommen stetig geschlossen und geöffnet werden kann³⁾. Auf einer mit mäßiger Geschwindigkeit umlaufenden Achse 2 (Abb. 48) des Werkes sitzt die Schnecke 1. Längs einer Achse 4 ist das Zahnrad 3 verschiebbar. Für gewöhnlich ist dieses so gestellt, daß die Schnecke nicht eingreift. Soll nun eine Umwandlungsszene beginnen, so verschiebt der Vorführer das Rad 3 so, daß es von der Schnecke erfaßt und langsam gedreht wird. Mit dem Rad ist starr verbunden der Kegel 5, der so zu der Achse 4 angeordnet ist, daß seine Erzeugende an einer Stelle des Kegelmantels

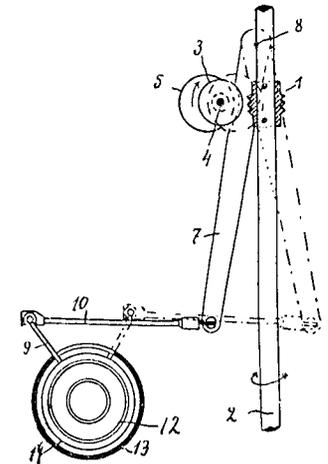


Abb. 48.

¹⁾ D. R. P. 161.633.

²⁾ Französ. Pat. 384.254.

³⁾ D. R. P. 231.183, oder Französ. Pat. 429.113.

parallel zur Achse läuft. Der um den Stift 8 drehbare Steuerhebel 7 für die Irisblende 11, 12, 13 wird durch eine Feder gegen den Kegel 5 gedrängt. Bei voll geöffneter Blende steht der Kegel so, daß er mit dem zur Achse 4 parallelen Teil seines Mantels am Hebel 7 anliegt. Wird nun das Rad 3 zum Eingriff mit der Schnecke gebracht, so daß dieses gedreht wird, so kommt der Kegel aus der vollgezeichneten in die strichpunktierte Stellung und drängt dabei den Hebel 7 zurück. Der Vorführer dreht nun so lange, bis der Kegel eine halbe Umdrehung gemacht hat. Alsdann wird die Aufnahme abgebrochen und das Werk bei ausgerücktem Rad 3 zurückgedreht. In der Zwischenzeit wird auf der Bühne die notwendige Umwandlung vorgenommen. Nunmehr wird das Rad 3 wieder eingerückt; die Blende hat unterdessen ihre Stellung nicht geändert, ist also immer noch geschlossen. Wird jetzt das Werk wiederum vorwärts gedreht, so vollendet der Kegel seinen Umlauf und die Blende öffnet sich dabei. Sobald wieder der zur Drehachse parallele Teil des Kegels am Hebel anliegt, wird das Rad 3 ausgerückt.

V. Das Bildfenster.

Das Bildband liegt auf seinem Weg von der ersten Führungsrolle außerhalb der großen Vorratspule bis zur letzten Führungsrolle vor der Abwindschleife (oder falls eine solche fehlt, bis zu der Stelle, von der aus es in Schleifen in einen Aufnahmebehälter, Korb oder dgl. fällt) durchwegs frei. Nur an einer Stelle ist es festgeführt, nämlich im sogenannten Bildfenster. Es ist dies dort, wo bei dem Aufnahmeapparat das Objektiv das umgekehrte reelle Bild des Objektes erzeugt, oder beim Vorführungsapparat die Stelle, wo das vom Kondensator kommende Strahlenbündel das Bildband trifft, um es so zu beleuchten, daß das Projektionsobjektiv ein scharfes Bild auf dem Projektionsschirm entwerfen kann. An dieser Stelle muß der Film vollkommen eben sein und für die Dauer der Belichtung, bzw. Beleuchtung vor jeder Erschütterung bewahrt bleiben.

Um diese Bedingungen zu erfüllen, stellt das Bildfenster einen engen Kanal zwischen zwei fensterartigen Rahmen dar, durch den das Band hindurch geführt ist. Der Betrieb erfordert aber, daß das Band sehr rasch eingeführt, „eingefädelt“ werden kann. Das Bildfenster ist deshalb aufklappbar und hat darum auch den Namen „Türe“ erhalten. Denn es ähnelt in seiner Form einer in vertikalen Angeln drehbaren Türe, deren Rahmen an dem Kinowerk feststehend angebracht ist. Doch kommen auch andere Formen vor. Eine solche zeigt der Apparat von Friese-Greene in Abb. 30 Seite 42; es sind dort auch Einrichtungen zu ersehen, welche das Einfädeln des Films in einfacher Weise ermöglichen. Der Arm 42 ist um das Gelenk 43 klappbar und kann in der dem Werk zugekehrten Stellung gesichert werden. Er trägt die Gegendruckrolle 28, 29, 30 und 13. Die oberste und unterste dieser Rollen legt sich gegen je eine Stiftwalze, welche zur stetigen Förderung des Bildbandes dienen. Von dem dem Objektiv 23 gegenüberliegenden Bildfenster wird der eine Teil 15 durch eine Feder 15' getragen, die an dem Arme 42 sitzt, und zwar um ein horizontales Gelenk drehbar. Der Druck, mit dem sich der bewegliche Bildfensterteil gegen den festen anpreßt, kann durch Verstellen der Feder 15" geregelt werden.

Es ist in dem Bildfenster vor allem jede Beschädigung des Bildbandes an der vom Bild bedeckten Fläche zu vermeiden. Zu diesem Zwecke kann man an der oberen Eintritts- und an der unteren Austrittskante je eine kleine Rolle anbringen, welche auf dem mittleren Teil etwas dünner ist, so daß der Film nur an den beiden bildfreien, von der Perforation eingenommenen Rändern mit der Rolle in Berührung kommt. Es ist dies letztere eine Einrichtung, welche auch bei sämtlichen andern Förder- und Führungsrollen und Walzen des Werkes, und zwar mindestens auf den der vorderen, von

der photographischen Emulsion bedeckten Seite zugekehrten Flächen angewendet wird. Sie ist aber auch, soweit dies möglich ist, für die der Rückseite anliegenden Flächen empfehlenswert, denn es wirken auch auf der Zelluloidoberfläche auftretende Kratzer störend, wenn natürlich auch nur in weit geringerem Maße, als Risse in der Gelatineschicht.

Um das Band eben zu halten, wird es im Bildfenster mittels Federn leicht gegen ein festes Gleitlager gepreßt. Die Federn können entweder unmittelbar gegen das Band wirken oder unter Zwischenschaltung von Backen. Auch hier darf eine Pressung nur an den Seitenrändern des Films erfolgen, die Bildstellen müssen völlig freibleiben, sollen die Bilder auf die Dauer vor Verletzungen möglichst verschont bleiben. Es ist am besten, wenn das Band hier nur mit hochglänzend poliertem Metall in Berührung kommt; denn Stoffe wie Plüsch, Samt, Leder mögen ja etwas weicher sein, aber sie geben bei dauernder Benutzung feine Fasern ab, welche sich an dem Film festsetzen und dann schleifend und zerkratzend wirken.

Da es für das Zustandekommen scharfer Bilder genügt, wenn der Film während der Belichtung, bzw. Beleuchtung im Bildfenster festgehalten wird, für die Zeit des sprungweisen Fortschaltens aber jedes Festhalten des Bandes schädlich ist, so ist bei vielen Apparaten die Vorkehrung getroffen, daß die Festhaltefedern gelockert werden, sowie die Fortschaltung beginnt. Hierzu taugliche Einrichtungen sind oben Seite 41 erwähnt. Sie können an jeder Art von Kinematographen Verwendung finden. Es wird hierdurch eine wesentliche Schonung der Bildbandperforierung und des empfindlichsten Teiles des Schaltwerkes erzielt.

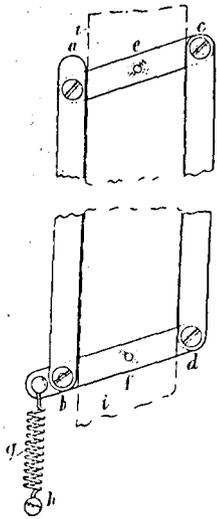


Abb. 49.

Man hat auch vorgeschlagen, das Bildfenster nur einteilig zu machen und das Bildband lediglich durch seine Steifigkeit so gegen den Fensterrahmen zu pressen, daß es dort eben liegt¹⁾. Doch dürfte es zweifelhaft sein, ob diese Anordnung eine hinreichende Sicherheit des Bildes gewährleistet, wenn sie auch für die Schonung des Bandes vorteilhaft sein mag.

Seitliche Führungsschienen. Das Bildband soll nicht nur parallel zur optischen Achse gegen Verschiebungen gesichert sein, es soll auch seitlich geführt, und zwar so gehalten werden, daß die Bildmitte stets mit der Fenstermitte zusammenfällt. Da nun aber die Bänder in ihrer Breite etwas veränderlich sind, so müssen die seitlichen Führungen entweder zu weit voneinander ab- stehen, als daß sie ein etwas zu schmales Band sicher fassen könnten, oder sie müssen nachgiebig angeordnet sein. In diesem Falle können sie dann innerhalb gewisser Grenzen Bänder verschiedener Breite führen. Man kann hier sich vorteilhaft einer Führung durch die beidenGegen- seiten eines Gelenkparallelogrammes (Abb. 49) bedienen. Dieses wird gebildet aus den beiden langen Seiten *ab*, *cd* und den beiden kurzen Seiten *ac*, *bd*. Letztere sind in ihren Mittelpunkten *e* und *f* an der Grundplatte des Apparates

¹⁾ Brit. Pat. 23.811 vom J. 1907 von A. Duskes.

gelagert. Die beiden langen Seiten *ab* und *cd* bilden die seitlichen Grenzen des Führungskanals für das Bildband *i*. Diese Grenzen nähern oder entfernen sich bei Drehung der Seiten *ac* und *bd* um deren Drehpunkte *e* und *f*, erhalten aber dabei stets gleichen Abstand von der durch die beiden Punkte *e* und *f* gelegten Mittellinie. Eine an den Seiten *bd* nahe beim Punkte *b* angreifende, bei *h* an der Grundplatte des Apparates befestigte Zugfeder *g* äußert ständig das Bestreben, die Seite *bd* in dem Sinne zu drehen, daß sich die langen Seiten *ab* und *cd* der Mittellinie *e-f* nähern. Infolgedessen legen sich die Seiten *ab* und *cd* stets mit einem gewissen Druck federnd gegen die Ränder des zwischen ihnen hindurchgeführten Bildbandes, gleich- viel, ob das Bildband selbst ungleichmäßig breite Stellen aufweist oder ob innerhalb gewisser Grenzen ein breiteres oder schmäleres Band benutzt wird¹⁾. Diese Führung kann unmittelbar vor dem Bildfenster angebracht werden und führt diesem dann das Band in der richtigen Lage zu. Sie kann in gleicher Weise Anwendung finden bei den eigentlichen Kinematographen wie bei all den zahlreichen kinematographischen Hilfsapparaten, bei denen Bilderbänder mit etwas veränderlicher Breite exakt geführt werden müssen, also bei den Kopiermaschinen, Perforiermaschinen zum Stanzen der Fortschalt- löcher, sowie bei den Maschinen zum Kolorieren der farbigen Kinofilms.

¹⁾ D. R. P. 195.799 der Comp. Générale de Phonographes, Cinématographes etc.

VI. Das Bildband.

Wie wir oben sahen, wurde die Lebensfähigkeit der Reihenbilderapparate mit dem Augenblick gekräftigt, in dem an Stelle der starren Glasplatte ein schmiegsames, glasklares Band als Träger der lichtempfindlichen Schicht eingeführt wurde. Das Material selbst ist zwar im Verhältnis zum Glas viel teurer, aber die übrigen Kosten der Kinematographie sind so groß, daß die durch das Rohmaterial des Bandes selbst hervorgerufene Preissteigerung nicht so bedeutend ist, daß sie in Verbindung mit den sonstigen großen Vorzügen der Bandform gegenüber der Plattenform nicht alle ihre anderen Nebenbuhler in der Gunst der interessierten Kreise aus dem Feld hätte schlagen können. Erst jetzt, nachdem das Kino sich allenthalben eine sichere Position erobert hat, beginnt man langsam sich darauf zu besinnen, daß der Film nicht ein unbedingt notwendiges Stück in dem Leben der Reihenbilder ist und man versucht ihn eben wegen seines höheren Preises und wegen seiner Empfindlichkeit zu umgehen. Zunächst aber ist er immer noch das wichtigste Stück für den auf dem Gebiete der Kinematographie Arbeitenden.

Gibt es auch eine Reihe von verschiedenen Stoffen, die man als bandförmige Bildschichtträger vorgeschlagen hat, so hat doch ein Stoff hier alle anderen bis jetzt weitaus überflügelt. Es ist dies das **Zelluloid**. Neben ihm beginnt gegenwärtig ein weiterer Körper Interesse zu gewinnen, das Zellit. Beiden ist gemeinsam, daß die Zellulose als Ausgangsprodukt benutzt wird. Bei dem Zelluloid in der Form einer Nitrozellulose, bei dem Zellit in der einer Azetylzellulose. Noch gehört die Gegenwart dem Zelluloid, aber, falls es gelingt, das Zellit in allen guten Eigenschaften jenem gleichwertig zu machen, so dürfte es den Sieg über jenes davontragen. Denn das Zelluloid ist, weil in ihm Nitrozellulose enthalten ist, ein naher Verwandter der meisten modernen Sprengstoffe und somit überaus leicht entflammbar, während das Zellit im Vergleiche hierzu sehr wenig feuergefährlich ist.

Die Herstellung der photographischen Filmbänder zerfällt in folgende Teile: Zunächst wird die in den Zellmembranen der Pflanzen vorhandene Zellulose in eine Zelluloseverbindung übergeführt. Aus dieser wird durch Zusatz von flüchtigen und festen Lösungsmitteln eine Lösung hergestellt, das Kollodium, das in dünne Schichten gegossen wird. Nach teilweisem Entfernen der Lösungsmittel entsteht auf der Unterlage ein dünnes Häutchen, der Rohfilm, auf den nunmehr die lichtempfindliche Gelatine aufgegossen wird.

Nitrozellulose. Wirkt auf die Zellulose ein Gemisch von Schwefel- und Salpetersäure ein, so entsteht durch Nitrieren ein Salpetersäureester der Zellulose, eine Nitrozellulose. Wird die Nitrierung in bestimmter Weise vollzogen, so entsteht eine in Ätheralkohol lösliche Nitrozellulose, die, wenn sie

aus Baumwolle gewonnen ist, als Kollodiumwolle bezeichnet wird. Unter anderen Bedingungen entstehen in Ätheralkohol unlösliche, höhere Nitrozellulosen, wie Schießbaumwolle. Wird Nitrozellulose mit Kampfer zusammengebracht, so entsteht ein fast farbloser, durchscheinender bis durchsichtiger Körper, der sehr hart und elastisch ist, das Zelluloid. Auf zwei Teile Nitrozellulose kommt ungefähr ein Teil Kampfer. Ist die Nitrozellulose in Ätheralkohol löslich, so kann die Vereinigung mit dem Kampfer in Lösung erfolgen, sonst wird die Nitrozellulose zerkleinert, mit Kampfer gemischt und es erfolgt die Umwandlung in Zelluloid alsdann bei mäßiger Wärme unter Anwendung von Druck. Zelluloid wird beim Erwärmen auf 120° plastisch, bei etwa 140° zersetzt es sich unter Rauchentwicklung. Entzündet brennt es bei hinreichender Luftzufuhr mit heller Flamme rasch ab. Wird es bei Luftabschluß auf die genannte Temperatur gebracht, so tritt eine Zersetzung unter Entwicklung gewaltiger Rauchmassen und der äußerst giftigen Dämpfe von Untersalpetersäure ein. Zelluloid ist in verschiedenen organischen Lösungsmitteln, so z. B. in Azeton und Amylacetat, leicht löslich (Zaponlack).

Azetylzellulose. Zur Herstellung von Azetylzellulose wird Zellulose mit etwa der achtfachen Menge eines aus gleichen Teilen Essigsäure und Essigsäureanhydrid bestehenden Gemisches in Reaktion gebracht. Es tritt alsdann bei Gegenwart eines katalytisch wirkenden Stoffes (z. B. Schwefelsäure) die Lösung zu Azetylzellulose ein. Diese wird aus der Lösung ausgeschieden und zwar entweder durch späteren oder sofortigen Zusatz eines Fällungsmittels wie Tetrachlorkohlenstoff oder Benzin. Alsdann wird die gewaschene und getrocknete Azetylzellulose in einem leicht, aber andererseits auch wieder nicht zu rasch verdampfenden Lösungsmittel wie Azeton, Tetrachloräthan oder einem Gemisch aus Penta- und Dichloräthan gelöst¹⁾.

Das Gießen der Films. Die Nitrozellulose oder Azetylzellulose enthaltenden Lösungen, die man mit dem Sammelnamen Kollodien bezeichnen kann, werden zunächst sehr sorgfältig filtriert und alsdann vergossen. Die Herstellung für die Zwecke der Kinematographie brauchbarer langer Bildbänder liegt zurzeit in den Händen einiger weniger großen Firmen. Es hat dies seinen Grund darin, daß die rein mechanische Güte des Bandes mindestens ebenso wichtig ist wie die Höhe der Lichtempfindlichkeit der Schicht, und daß hier wie dort die Güte des Produktes von einer Reihe leicht als Fabrikgeheimnis zu bewahrender Einzelheiten abhängt.

Die ersten Maschinen zum Herstellen der langen Zelluloidstreifen bestanden aus langen gläsernen Gießtischen. Eine große Zahl etwa 55 cm breiter Streifen aus Spiegelglas ist möglichst fugenlos zu einer schmalen langen Gießbahn bis zu 60 m Länge vereinigt. Diese muß so genau wie möglich eben und vor allem in all ihren Teilen wagerecht sein. Mit Hilfe einer langsam darüber geführten Gießvorrichtung wird eine hinreichend dicke Schicht des gelösten Zelluloids aufgetragen. Durch starken Luftzug wird das Lösungsmittel verdampft und es entsteht so eine etwa 0,13 mm dicke, leicht

¹⁾ Clément und Rivière, Die Fabrikation der Kinematographenfilms, Photogr. Industrie, 1912, Seite 178. Eine eingehende Schilderung aller Herstellungsverfahren der Azetylzellulose geben Masselon, Roberts und Cillard in: Das Zelluloid. Deutsch von G. Bonwitt, Berlin 1912, Seite 408 bis 508.

abziehbare Haut von Zelluloid auf der Gießbahn. Ehe die Haut aber abgezogen wird, wird sie einseitig mit der lichtempfindlichen Bromsilberemulsion überzogen, die in ähnlicher Weise aufgetragen wird, wie zuvor die Zelluloidlösung. Die Glasgießmaschinen arbeiten im Verhältnis zu ihrer Größe für den heutigen Filmbedarf nicht rasch genug; liefert doch eine Gießbahn von 60 m Länge bei Berücksichtigung der für die noch zu besprechende Vorbehandlung und für das Trocknen erforderlichen Zeit in 24 Stunden nur 120 m fertigen Film von 55 cm Breite. Man ging deshalb über zu Rotationsgießmaschinen, welche in ununterbrochenem Betrieb beliebig lange Bänder liefern. Man unterscheidet hier zwei Gattungen; nämlich Maschinen mit einem endlosen Band und solche mit großer Walze als Hilfsträger für den entstehenden Film.

Ein geschlossenes, poliertes, hochglänzend vernickeltes Kupferband von großer Länge ist über eine Reihe von Walzen mit wagerechten Achsen so geführt, daß oben und unten zwei lange ebene Bahnen entstehen. An dem einen Ende der oberen Bahn befindet sich das Gießgefäß, aus dem das Kollodium gleichmäßig auf das langsam fortschreitende Band fließt. Durch einen Strom warmer Luft wird das Lösungsmittel so rasch verdunstet, daß das feste Zelluloidhäutchen am Ende der unteren Bahn abgenommen und nach vollendeter Trocknung aufgewunden werden kann¹⁾. — Die ersten mit großen Walzen arbeitenden Filmmaschinen waren den mit endlosem Band arbeitenden ähnlich, die langsam gedrehten Walzen wurden außen begossen²⁾. Späterhin ging man dann über zu von innen zu begießenden rotierenden Hohltrommeln; diese haben den großen Vorteil, daß der Guß an der tiefsten Stelle erfolgt; hierdurch bekommt der ganze Apparat eine geringere Bauhöhe, denn über der Trommel ist nicht, wie bei den von außen zu begießenden ein Bedienungsraum notwendig³⁾. Da die außen unten auf Walzen ruhende Trommel weder Nabe noch Speiche hat, lassen sich die Heizkörper leichter anbringen. Das nach fast einem ganzen Umlauf der Trommel unten nur wenig über der Gußstelle abgenommene trockene Band wird auf eine im Innenraum der Trommel befindliche Walze aufgewickelt. Gießmaschinen dieser Art erzeugen in der Stunde etwa 16 m eines Bandes von 55 cm Breite.

Um zu bewirken, daß die Emulsion möglichst fest auf der Zelluloidunterlage haftet, ist es vorteilhaft, deren späterhin der Schicht zugekehrte Seite etwas zu rauhen. Es geschieht dies bei langen Bändern in der Weise, daß der Rohfilm über eine große, an der Oberfläche fein gerauhte und mit Lösungsmittel für das Zelluloid, z. B. Azeton, befeuchtete Glaswalze unter Druck hinweggeführt und alsdann vor dem Aufwickeln wieder getrocknet wird⁴⁾. Benutzt man statt der gerauhten eine polierte Glaswalze, so kann derselbe Apparat dazu dienen, benutzte und stellenweise zerkratzte Films, nachdem sie von der Emulsion befreit sind, wieder so zu glätten, daß sie nochmals mit Emulsion begossen werden können.

¹⁾ Franz. Pat. 404.795 von Ch. Soulier; 420.983 von H. du Boistesselin; Amerk. Pat. 600.824 von Stevens & Lefferts.

²⁾ Schweiz. Pat. 18.998; Franz. Pat. 413.236 von C. Baj; 420.983.

³⁾ D. R. P. 216.360 oder Franz. Pat. 404.231 der Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co.

⁴⁾ Französis. Pat. 414.302 oder Amerik. Pat. 988.981 von H. Danzer.

Die langen, in den Rotationsmaschinen erzeugten Films werden in der Weise mit Emulsion versehen, daß sie unter der an ihrem Ort verbleibenden Auftragevorrichtung vorbeigeführt und so lange über Rollen geleitet werden, bis die Emulsion hinreichend getrocknet ist. Das Trocknen wird durch Luftzug und Wärme beschleunigt. Die Emulsion kann aus einem engen Schlitz zugeführt oder durch eine Walze, über welche der Rohfilm geführt wird, auf diesem aufgetragen und verteilt werden¹⁾. Auch durch Aufstäuben kann die Emulsionsschicht erzeugt werden.

Die Films werden alsdann durch Kreismesser in Streifen von der üblichen Breite — für die Normalapparate sind Bänder von 35 mm erforderlich — zer-

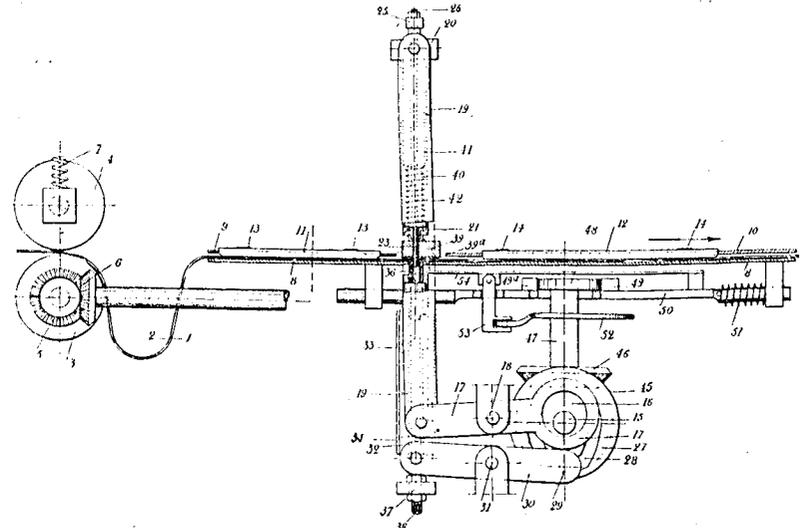


Abb. 50.

schnitten. Es kommt übrigens auch vor, daß der Rohfilm bereits auf diese Breite gebracht und dann erst mit lichtempfindlicher Schicht überzogen wird (Lumière)²⁾, es gestattet dies, kleinere Maschinen zum Auftragen der Emulsion zu benutzen.

Herstellung der Lochreihen. Nunmehr werden die Schaltlöcher an den Rändern in die Bänder eingestanzt. Bei den älteren Perforiermaschinen waren die Messer am Umfang einer Walze (nach Art der Stiftwalzen) angebracht. Der Film wurde von dieser Walze erfaßt und ging zwischen ihr und einem entsprechend gelochten Widerlager hindurch, wobei die Messer entsprechende Stücke aus ihm herausdrückten. Diese Form der Perforiermaschine ist jetzt verdrängt durch solche, bei denen nach Art von Preßstempeln hin- und herbewegte Stanzmesser den unter ihnen absatzweise vorbeibewegten Film lochen, während er still steht. Es läßt sich mit ihnen eine weit gleichmäßigere Perforation erzielen, wie sie für die modernen, genau arbeitenden Kinematographen notwendig ist. Bei der in Abb. 50 dargestellten Maschine

¹⁾ Amerik. Pat. 664.982 von J. E. Thornton.

²⁾ Clément & Rivière, a. a. O.

von Ch. Danger bewegen sich die beiden Stanzmesser 23 — je eines für einen Filmrand — und auch die Matrizen 36, in welche die Stanzmesser eindringen, während bei den Maschinen anderer Konstrukteure die Matrizen unbeweglich sind¹⁾. Diese Einrichtung gestattet, daß die gestanzten Löcher frei werden, so daß der Greifer 54 in diese selbst eingreifen und das Bildband fortschalten kann. Es wird hierdurch die Dehnung des Bildbandes, sowie jede durch Temperaturänderungen hervorgerufene Größenänderung zwischen der Stelle, an welcher der Greifer eingreift und der Stelle, an welcher das nächste Loch zu stanzen ist, auf das denkbar kleinste Maß herabgesetzt. Der Apparat locht zwei übereinanderliegende Bildbänder 1, 2, welche ihm durch die Walzen 3, 7 zugeführt werden, gleichzeitig. Die Gestänge, welche die Stanzmesser 23 und Matrizen 36 auf- und abbewegen, werden mittels der Hebel 17, 30 durch den Exzenter 16, beziehungsweise die Nut 28 in der Scheibe 27 gesteuert. Der Schlitten 50 wird durch ein auf der Achse 47 sitzendes, in dem Viereck 49, 49^a spielendes Gegenstück 48 in seiner Längsrichtung verschoben, und zwar bewegt er sich nach links, sobald die Matrize 36 nach unten und die Stanzen 23 nach oben gegangen sind. Der Greifer 54 kommt mit seinen Spitzen unter die beiden soeben gestanzten Löcher und wird in dieser Stellung durch die Kullissenscheibe 52, welche den Arm 53 nach oben schiebt, in die Löcher gedrängt. Beim Rückgang des Schlittens nimmt der Greifer die Films um einen Lochabstand nach rechts hin mit und tritt dann aus den Löchern heraus. Beim Herabgehen der Stanzmesser zum nächsten Arbeitsgang bewegt sich ein an diesen verschiebbar gelagertes Querstück 39 so nach unten, daß zwei Stifte 39^a dieses Querstückes in die zuletzt gestanzten Löcher eingreifen und dadurch die Films während des Stanzens der nächsten Löcher festhalten. Derartige Lochmaschinen können in der Stunde bis zu 240 m Film lochen, falls nur ein Band, und bis zu 360 m, falls zwei Bänder übereinander hindurchlaufen. Auf das Lochen folgt ein Reinigen der Bänder²⁾. Diese laufen hierbei durch einen Apparat, der ihre beiden Seiten mit Bürsten bearbeitet. Außerdem werden sie, und zwar vorteilhaft gleichzeitig mit dem Reinigen am Rande mit dem Namen der Firma versehen. Es kann dies in einfachster Weise so geschehen, daß das Band über eine mit Förderstiften besetzte Hohltrommel aus Metall geführt wird. In dem Mantel der Trommel sind dort, wo außen der Rand des Films zu liegen kommt, Worte oder Zeichen ausgeschnitten; in der Trommel ist eine elektrische Birne untergebracht. Das Band empfängt also beim Hinwegführen über die Trommel Lichteindrücke an seinen Rändern und zeigt somit nach dem Entwickeln die betreffenden Worte oder Zeichen schwarz auf hellem Grund. Zum Schluß werden die Bänder auf einer automatischen Vorrichtung gemessen und alsdann in Stanniol und Papier und hierauf in Metallbüchsen sorgfältig verpackt.

Es ist klar, daß alle diese Arbeiten im Dunkeln, bzw. bei nichtaktinischem roten Licht ausgeführt werden müssen; zumal die Negativfilms sind

¹⁾ Z. B. Franz. Pat. 384.119 von Joly (Compagnie Lux) abgedruckt bei Löbel, S. 191 und Französis. 404.913 und Zusatz 11.649 von Prevost, gleichfalls bei Löbel, S. 195. Ferner D. R. P. 123.018 von E. L. Doyen.

²⁾ Z. B. Brit. Pat. 11.822 und 16.480 vom J. 1910 von A. B. Seaborne, bzw. von V. E. Horsman.

hochlichtempfindlich. Da Zelluloid beim Reiben leicht elektrische Ladung annimmt, so ist dafür Sorge zu tragen, daß die Räume, in denen der Film über Rollen usw. beim Trocknen und Lochen und Reinigen bewegt wird, nicht zu geringe Feuchtigkeit haben. Immerhin muß man damit rechnen, daß ab und zu ein Film beim Entwickeln an einzelnen Stellen Lichteindrücke in Form feiner Verästelungen zeigt, welche von den Entladungen statischer Elektrizität herrühren.

Größenmaße. Da der Filmhandel international ist und vor allem das Verleihen der Films diese während ihrer Lebensdauer durch eine große Zahl verschiedener Apparate hindurchführt, so mußte man notgedrungen hinsichtlich der Dimensionen zu einem Normalfilm gelangen; als solcher ist der Film zu betrachten, dessen Breite 35 mm ist. Die Löcher haben, von Lochmitte zu Lochmitte gerechnet, quer über den Film 28 mm Abstand und innerhalb jeder Lochreihe einen solchen von 4,75 mm. Bei einem Abstand zweier Bilder, von Unterkante zu Unterkante gemessen, von 19 mm kommen dann je vier Löcher auf ein Bild. Für die Löcher hat sich als beste Form die eines Rechteckes mit abgerundeten Ecken erwiesen. Die parallel zur Längsrichtung des Films liegende Schmalseite der Löcher ist meistens etwa 1,7, die lange Seite 2,6 mm. Für das einzelne Bild bleibt dann eine nutzbare Fläche von 18×24 mm, es werden also von den insgesamt 665 mm², welche von dem Band auf ein Bild kommen, nur 432 photographisch ausgenutzt, es geht also etwas mehr als ein Drittel verloren. Man hat deshalb schon vorgeschlagen, wenigstens den äußeren Rand der Films von Emulsion frei zu lassen, diese allerdings ein klein wenig über die Löcher hinausgehen zu lassen, da andernfalls die Schicht dort leicht abspringt¹⁾. Um dem Operateur das Einlegen des Films zu erleichtern, kann man die Lochung auf beiden Seiten verschieden machen; z. B. auf der einen Seite wie gewöhnlich, auf der anderen aber nur jedes vierte Loch anbringen. Es genügen nämlich für die stetige Fortschaltung die Löcher der einen Seite, während der Greifer oder das Stiftrad nur je ein Loch auf jeder Seite für jedes Bild nötig hat. Wird das Organ für die sprungweise Fortschaltung beim Einlegen des Films stets in eine bestimmte Nullstellung gebracht, so hat der Film, da er dann ja auch nur in einer bestimmten Höhenlage zum Bildfenster eingelegt werden kann, zu diesem sofort die richtige Lage²⁾. Man kann auch etwa auf der einen Seite wie gewöhnlich vier, auf der andern aber nur je drei Löcher für ein Bild anbringen; von letzteren liegt dann nur je ein um das andere Loch einem Loch der Gegenseite gegenüber und es ist somit das Einlegen der Films nur in bestimmter Lage möglich. Der Umstand, daß bei der Herstellung dieser Bänder das Lochen besondere Schwierigkeiten macht, spricht gegen diese sonst recht praktische Anordnung.

Außer den Normalfilms, welche die vorstehend angegebene Größe und Lochung zeigen, gibt es noch Bänder anderer Abmessungen. So für Spielzeugkinematographen schmale Bänder, aber auch sehr viel breitere mit zwei und mehr Reihen von Bildern nebeneinander. Ferner solche, bei denen die Löcher zwischen je zwei Bildern liegen, oder breite, die sie zwischen den

¹⁾ Brit. Pat. 2500 vom J. 1911 der Comp. Générale de Phonogr., Cinémat. usw.

²⁾ Brit. Pat. 3047 vom J. 1912 der Comp. Générale usw.

Bildreihen zeigen. Für letztere, die abwechselnd in verschiedener Richtung durch den Apparat laufen, hat man auch vorgeschlagen, an den Enden Zeichen anzubringen, die nach Ablauf auf dem Bildschirm bei ruhendem Film sichtbar werden und dem Benutzer anzeigen, wie er demnächst den Apparat zu drehen hat.

Verstärkung der Filmränder. Da die Films an den Löchern leicht ausreißen, hat man schon frühzeitig Verstärkungen des Films in Vorschlag gebracht. So hat Edison ein gefenstertes Stahlband als Skelett für den Film vorgeschlagen¹⁾. Es sollte zunächst auf eine Glasbahn ein Überzug von Kollodium aufgetragen, hierauf das sehr dünne Stahlskelett gebracht und wiederum mit Kollodium überdeckt werden. Alsdann folgt die Emulsion und nunmehr wird das Ganze von der Unterlage getrennt. Etwas einfacher sind andere Vorschläge, die dahin gehen, nur an den Rändern eines im übrigen den gebräuchlichen entsprechenden Films Verstärkungen anzubringen. Am besten dürfte es sein, wenn diese mit dem mittleren Teil des Films ein Ganzes bilden (Abb. 51 I); doch wäre es wohl auch möglich, sie mit dem Film durch Kleben, Pressen oder Walzen zu vereinigen (Abb. 51 II und III²⁾). Solche Films hätten vor allem den großen Vorzug, daß beim

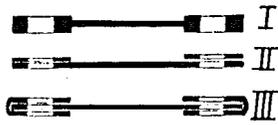


Abb. 51.

Aufrollen durch die Randverstärkungen das Berühren der Bildflächen in den einzelnen Windungen verhütet würde und es dürften deshalb die Films wohl länger von den überaus störenden Kratzern und Rissen befreit bleiben. Allerdings ist der von einer solchen Filmspule eingenommene Raum wesentlich größer als der einer Filmspule ohne Randverstärkungen. Eine Verstärkung der Ränder durch gewebte Bänder oder andere langfaserige Stoffe hat O. Fulton angegeben³⁾.

Gelatine- und Papierfilm. Der hohe Preis und die Feuergefährlichkeit des Zelluloid hat schon lange den Wunsch nahegelegt, die Verwendung von Zelluloid oder ähnlichen Stoffen als Schichtträger zu vermeiden und an die Stelle billigere, weniger feuergefährliche Körper zu setzen. Als glasklar durchsichtiger Träger könnte wohl in erster Linie gehärtete Gelatine in Frage kommen. Auf eine vorläufige Unterlage, z. B. einen Zelluloidfilm, wird zunächst eine kräftige Gelatineschicht aufgetragen und diese durch Gerben gehärtet. Alsdann wird die lichtempfindliche Emulsion aufgegossen und der Film nunmehr belichtet und entwickelt. Hierauf wird die das Bild tragende gegerbte Gelatineschicht von der Unterlage getrennt, die immer wieder von neuem benutzt werden kann⁴⁾. Bei dem Vorschlag, Papierfilms zu benutzen, handelt es sich nur selten um klares, durchsichtiges Papier, meistens um undurchsichtiges Papier, das von vorne beleuchtet werden soll, also um Projektion mit auffallendem und nicht um solche mit durchfallendem Licht. Es ist deshalb hier erforderlich, den im Bilde hell erscheinenden

¹⁾ Amerik. Pat. 772.647.

²⁾ Französ. Pat. 396.630 von J. Rousselot. — Vergl. auch: D. R. P. 136.514, Amerik. Pat. 657.553, 863.141.

³⁾ Brit. Pat. 5025 vom J. 1910.

⁴⁾ Phot. Industrie 1909, Seite 692; Photogr. Wochenblatt 1909, Seite 185.

Teilen ein möglichst hohes Reflexionsvermögen zu geben, um so die beim episkopischen Projektionsverfahren stets recht bedeutenden Lichtverluste auf ein Mindestmaß herabzusetzen. Um nun hier metallisiertes Papier als Untergrund benutzen zu können, muß man von dem sonst in der Kinematographie gebräuchlichen reinphotographischen Kopierverfahren übergehen zu einem photomechanischen. Es heißt dies, es müssen nach den Negativfilms zunächst auf photographischem Wege Druckformen hergestellt und diese dann auf metallisiertes Papier gedruckt werden. Wenn dieses Verfahren zurzeit auch noch nicht in die Praxis eingeführt ist, so sei es doch hier erwähnt; denn es ist nicht unmöglich, daß das Vordringen der Kinematographie in weitere Kreise auch hier den Übergang von einem verhältnismäßig teuren Material zu einem billigeren erforderlich macht.

Nach einem Vorschlag von Ch. Dupuis¹⁾ sollen deshalb die Negativbänder in Streifen von 81 cm Länge zerschnitten und ohne die bildfreien Ränder also in der Breite von 25 mm auf Druckplatten von 55 × 81 cm übertragen werden. Von diesen Platten wird auf große Bogen dünnen metallisierten Papiere gedruckt. Alsdann werden diese Bogen auf der Rückseite mit einem Klebemittel überzogen und dann mit Kreismessern in Streifen von 25 mm Breite zerschnitten. Diese werden dann mit der richtigen Bildfolge auf 35 mm breite Streifen eines festen Papiere, des Tragebandes, aufgeklebt. Da nun bei dem Aufkleben stets mit einer gewissen Dehnung des Papiere oder des Tragebandes zu rechnen ist, so muß bei dem nunmehr erfolgenden Lochen des Tragebandes ein etwa auftretender Fehler ausgeglichen werden. Dies soll dadurch geschehen, daß jedes Bild in der Perforiermaschine projiziert wird. Erscheint das Bild nun auf dem Projektionsschirm nicht genau an der richtigen Stelle — es kann sich hier natürlich nur um sehr geringe Abweichungen handeln — so werden die vier diesem Bilde zukommenden Löcher auf dem Trageband entsprechend verschoben. Wird dann späterhin das Band mit einem stets mit gleicher Schrittgröße arbeitenden Kinematographenwerk projiziert, so erscheinen die Bilder stets am richtigen Platz, da die Abweichungen in den Abständen der Bildmitten kompensiert werden durch die entgegengesetzt gleichgroßen Abweichungen der Lochungen von Bild zu Bild. Das Prinzip der hierzu nötigen Perforiermaschine ist folgendes: sie hat einen Kamm, der auf jeder Seite vier Zähne aufweist, die in die Lochungen eingreifen und dessen Entfernung von den Perforierstempeln einer geraden Zahl von Bildern entspricht, z. B. vier, acht oder zwölf Lochungen. Ferner hat sie ein Bildfenster, das in geeigneter Weise erleuchtet wird, so daß durch ein gegenüber angeordnetes Objektiv der Reihe nach jedes Bild projiziert werden kann. Durch einen Verschuß wird das Fenster bei jedesmaliger Verschiebung eines Bildes abgedeckt, so daß die Perforiereinrichtung wie ein Projektionsapparat sich verhält. Die Maschine ist ferner mit zwei Handhebeln versehen, die voneinander unabhängig arbeiten; der erste, um den Gang des Mitnehmerkammes zu verändern, der zweite, um die Entfernung des Kammes von den Perforierstempeln zu ändern. Der die Maschine bedienende Arbeiter beobachtet ständig das Bild auf dem Projektionsschirm und sieht hierbei

¹⁾ D. R. P. 223.765.

dieses sich heben oder sich senken, wenn nicht völlige Übereinstimmung zwischen der Schaltweite der Bilder des Bandes und der Schaltweite seiner Durchlochung vorhanden ist. Er berichtigt dann die Ungleichheit, indem er zunächst den Lauf des Mitnehmerkammes bis zu dem Augenblick beeinflusst, wo das auf den Schirm geworfene Bild unbeweglich bleibt, was die Gleichheit der Schaltweiten anzeigt, worauf der Arbeiter allmählich auf den Abstand des Kammes von den Perforierstempeln einwirkt, bis dieser mit dem Bild wieder zusammenpaßt. Die Perforiermaschine kann auch zum direkten Beobachten der Bilder eingerichtet sein; in diesem Falle ist die Genauigkeit des Ausgleiches aber weniger groß, weil alsdann die beim Projizieren eintretende Vergrößerung jedes Bildes fehlt.

Es erscheint übrigens keineswegs unmöglich, dieses Verfahren einmal zur Herstellung farbiger Reihenbilder zu benutzen. Es müßten dann die den — später noch näher zu behandelnden — Teilfarbennegativen entsprechenden Druckplatten mit ihren Farbwerten der Reihe nach wie beim Dreifarben-Druck registerhaltend auf einen Bogen abgedruckt und das so entstehende Farbenbild dann in gleicher Weise, wie dies hier für die Schwarzweißbilder beschrieben ist, weiterbehandelt werden.

Sollte es möglich werden, an Stelle der teuren Zelluloiddiapositive wesentlich billigere, photographisch oder photomechanisch vervielfältigte Papierpositive zu setzen, so würde dies zweifellos einen großen Fortschritt für die Kinematographie bedeuten. Denn es wäre dann möglich — selbst wenn man bei dem heute ausschließlich angewendeten System des Verleihs der Bildbänder bliebe — jedem einzelnen Bande eine kürzere Benutzungszeit aufzuerlegen und es würden dann nicht mehr in den kleineren Kinoteatern die stark abgenutzten, mit Rissen übersäten Bänder vorgeführt, wie sie der hohe Preis einer jeden Kopie gegenwärtig den minder geldkräftigen Unternehmern aufnötigt.

Verlängerungsstücke. Man kann das Bildband nicht von seinem Anfang an vorführen, nämlich nicht das zwischen dem Bildfenster und der Aufwickelspule befindliche Stück. Um nun an dem durch die Bilder so kostbaren Material zu sparen, fügt man an den Anfang und wohl auch an das Ende je ein Stück ohne Bilder. Ist dieses Stück undurchsichtig, so vermeidet man, daß selbst bei geöffnetem Objektiv der Schirm beleuchtet ist, da dies den Beschauer stören würde. Man kann hierzu unbrauchbar gewordene Films, die aber in der Perforation noch gut sind, benutzen, wenn man die Gelatineschicht lichtundurchlässig macht. Dies kann mittels folgender von M. Reinhardt angegebener Farblösung geschehen. Man setzt unter beständigem Umrühren zu 25 l Wasser 25 g Mandarینگelb und 500 g Anilinschwarz für Gelatine. In dieser Flüssigkeit wird ein alter, über einen sogenannten Entwicklungsrahmen gewickelter Film etwa drei bis vier Minuten gebadet, alsdann kurz gewässert und getrocknet; die Gelatine hat dann soviel von der Farbe aufgenommen, daß sie völlig undurchsichtig geworden ist¹⁾. In manchen Fällen mag es unangenehm sein, wenn das Projektionsbild am Anfang plötzlich mit voller Helligkeit einsetzt und am Schlusse der Übergang zum Dunkel unvermittelt ist. Man kann deshalb nach einem Vorschlag von

F. v. Briesen¹⁾ die ersten und letzten Bilder eines jeden Bandes mit nach den Enden hin zunehmender Stärke in einem grauen Ton abdecken.

Das Kitten der Bildbänder. Abgesehen davon, daß die älteren Gießmaschinen die Films nur in der geringen Länge von 60 m liefern, also dieser Umstand bereits das Zusammenfügen der oft viele hundert Meter langen Films aus mehreren Stücken bedingt, kommt es während des Betriebes häufig vor, daß ein mehr oder weniger langes Stück wegen einer Beschädigung herausgeschnitten werden muß oder der Film selbst im Apparat reißt. Das Zusammenfügen von Films gehört mithin zu den häufig vorkommenden Instandhaltungsarbeiten jedes mit dem Kino Arbeitenden; es erfolgt in der Weise, daß man einen Streifen von etwa 1 mm Länge am Ende der beiden aneinander zu fügenden Films mit einem Lösungsmittel für Zelluloid befeuchtet und diese beiden Flächen fest gegeneinander preßt, bis die Kittstelle fest geworden ist. Die eine der beiden zu vereinigenden Flächen war zuvor mit Emulsion bedeckt, diese muß natürlich zunächst entfernt werden. Da die Lochungen beider Teile an der Kittstelle keine Unregelmäßigkeit zeigen dürfen, so wendet man zweckmäßig eine in den Filmfabriken viel gebrauchte Kittleere oder Kittpresse an. Diese besteht aus einer Grundplatte, auf der zwei Reihen von Stiften angeordnet sind, deren Abstände innerhalb der Reihen und von Reihe zu Reihe genau den Löchern des Normalfilms entsprechen. An der einen Langseite der Platte sind in einer Linie drei Preßdeckel mit den Stiften entsprechenden Löchern angelegt. Die an den Kittstellen gereinigten Films werden so über die Stiftrihen geschoben, daß ihre miteinander zu verbindenden Enden unter dem mittleren Deckel etwa auf die Länge von 1 bis 1 1/2 mm sich übergreifen. Klappt man nun die beiden seitlichen Preßdeckel nieder und sichert sie durch vorgeschobene Riegel, so liegen die beiden Films unverrückbar fest. Jetzt befeuchtet man die beiden Kittflächen und klappt nun auch den mittleren Preßdeckel nieder, so daß die Kittstelle unter starkem Druck steht. Man benutzt zum Kitten fast ausschließlich Amylacetat allein, oder mit Azeton gemischt²⁾; ein kleiner Zusatz von Zelluloid kann auch vorteilhaft sein. Sind die Bänder nur am Rande schadhaf und will man nicht das betreffende Stück nebst den Bildern opfern, so kann man eine kleine Randverstärkung in der Weise aufkitten, daß man von einem unbrauchbar gewordenen Film, der aber noch in der Perforation unverletzt ist, den bildfreien Rand abschneidet und in der Kittpresse auf die schadhafte Stelle aufkittet.

Das Schwinden des Zelluloides. Der Film kommt während des Entwickelns, Fixierens und Waschens längere Zeit mit Wasser, bzw. Salzlösungen in Berührung. Er zeigt nun hierbei die unangenehme Eigenschaft, daß seine Länge nicht durch die Behandlung unbeeinflusst bleibt. Er nimmt wenn auch nur geringe Mengen von Wasser auf, die beim Verdampfen eine solche Veränderung in der Zelluloidmasse hervorrufen, daß Längenänderungen bis zu 1 0/0 in kurzer Zeit eintreten können. Und zwar nimmt die Länge während der Wasseraufnahme zu, geht aber nach dem

¹⁾ Amerik. Pat. 1,011,564.

²⁾ Für die wärmere Jahreszeit nimmt man nach Löbel Amylacetat, für den Winter Azeton im Überschuß. (La Technique cinématographique, Seite 305.)

¹⁾ D. R. P. 239,381.

Trockenwerden des Films in kurzer Zeit unter die ursprüngliche Länge herab. Im Verlauf längerer Zeiträume, d. h. von mehreren Wochen und Monaten erfolgt ein weiteres Schwinden, das aber dann bald sehr gering wird. Dieses dauernde Schwinden von solch beträchtlichem Maße läßt sich wohl nicht durch ein gleichzeitig mit dem Verdampfen des aufgenommenen Wassers erfolgendes Verdampfen von flüchtigen Bestandteilen des Zelluloides allein erklären. Es dürfte vielmehr auf durch das Wasser bewirkte intramolekulare Umlagerungen zurückzuführen sein. Zelluloid ist eine Mischung zweier selbst wieder hochmolekularer Körper und in Analogie anderer Stoffe wohl als feste Lösung zu bezeichnen. Solche Stoffe zeigen zuweilen die Erscheinung des Alterns. Sie gehen bei der Einwirkung äußerer Kräfte nicht sofort, sondern erst allmählich in eine neue Gleichgewichtslage über. Es bleiben also zunächst Längenänderungen übrig. Diese vorübergehenden Änderungen werden nun aber mit der Zeit geringer, d. h. ein neu hergestellter Körper zeigt sie stärker als ein solcher, der schon sehr alt ist, und zwar treten sie um so weniger auf, je öfter der Körper solchen Änderungen schon unterworfen wurde. Beim Glas sind diese Erscheinungen gut bekannt, da sie bei der Herstellung der Thermometer eine große Rolle spielen. Sie treten im allgemeinen weit stärker bei jungen, d. h. erst kürzlich hergestellten Gläsern als bei alten auf. Erwärmt man ein Glas auf höhere Temperatur und kühlt es wieder ab, so ist es zunächst länger, als es ursprünglich war, und kehrt erst nach langen Zeiträumen in seinen früheren Zustand wieder zurück. Man kann es nun künstlich altern, d. h. in einen Zustand versetzen, bei dem es nach einer Erwärmung wesentlich rascher wieder seine frühere Länge annimmt, und zwar dadurch, daß man es wiederholt auf höhere Temperatur bringt, längere Zeit auf dieser erhält und jedesmal ganz allmählich auf die niedere Temperatur abkühlen läßt. Es würde für die Kinematographie einen wesentlichen Fortschritt bedeuten, wenn es gelänge, den Film vor der Benutzung, und zwar vor dem Auftragen der Emulsion, künstlich zu altern, d. h. in einen Zustand zu versetzen, bei dem die Aufnahme von Wasser dauernde Änderungen der Maße hervorzurufen nicht mehr in der Lage wäre.

VII. Die Feuerschutzvorrichtungen.

Der Kinematograph als Vorführungsapparat enthält eine große Gefahr in seiner starken Lichtquelle und dem so leicht entflammaren Bildband. Die stärksten Bogenlampen werden in ihm benutzt und werfen ein überaus konzentriertes Lichtbündel auf eine nur wenige Quadratzentimeter große Fläche des dünnen Zelluloidbandes.

Für den Feuerschutz in den Kinematographentheatern kommen drei Gruppen von Vorrichtungen in Betracht. Zunächst solche, welche verhindern sollen, daß der empfindlichste Teil des Ganzen, nämlich das Bildband, in Brand gerate, dann diejenigen, welche den etwa ausbrechenden Brand des Bildbandes örtlich begrenzen und löschen sollen und ferner die, welche allein dem Schutze der Besucher dienen.

A. Die Mittel zum Verhüten von Filmbränden.

Wärmefilter. Das wichtigste Schutzmittel ist die Verminderung der Erwärmung des Bildbandes im Bildfenster. Es kann zu diesem Zweck von der aus sichtbaren Licht- und unsichtbaren Wärmestrahlen bestehenden Strahlung der Lichtquelle, die für die Zwecke der Projektion völlig belanglose und hinsichtlich der Feuergefährlichkeit außerordentlich bedrohlich wirkende Wärmestrahlung durch diesen Teil des Spektrums mehr oder weniger vollkommen absorbierende Filter entfernt werden; diese müssen der Bedingung genügen, daß sie von dem sichtbaren Spektrum möglichst wenig wegnehmen und daß wenigstens, falls sich dies nicht erzielen läßt, keine zu starke Färbung des hindurchgehenden Lichtes durch Überwiegen der Absorption in einem Teile des Spektrums eintritt. Ein gut Teil dieser Aufgabe lösen die zwischen Lichtquelle und Bildband eingeschalteten Kondensorlinsen, da das Glas diese Strahlen stark absorbiert. Aber es geht durch gewöhnliches Glas bei der Dicke, wie sie die Kondensorlinsen zusammengenommen zu haben pflegen, immer noch ein Viertel bis ein Halb der gesamten Wärmemenge einer Bogenlampe hindurch. Als einfacher und für die meisten Zwecke ausreichender Schutz wird ein mit Wasser gefüllter Kühltrog (Kühlkuvette) benutzt: ein parallelepipedischer Kasten, der auf den zwei von den Lichtstrahlen durchsetzten Seitenflächen mit Glasplatten verkleidet ist. Er wird mittelst passender Leitungen an ein seitlich gleichhoch oder höher stehendes größeres Wassergefäß angeschlossen. Nach dem Prinzip der Warmwasserheizung fließt das im Kühltrog erwärmte Wasser oben ab, verweilt längere Zeit in dem

Kühlgefäß und gelangt unten wieder abgekühlt in den Trog zurück¹⁾. Die Verwendung einer gleichbleibenden Wassermenge hat gegenüber einem aus der Wasserleitung zugeführten Wasserstrom den Vorteil, daß erstere bald entlüftet ist, während die im Leitungswasser absorbierte Luft bei Erwärmen in dem Kühlrog sich absetzt²⁾. In vielen Fällen genügt auch ein Trog ohne seitliches Kühlgefäß. Man gibt ihm dann die Gestalt eines in eine passende Führung einzuschubenden schmalen Gefäßes und hat einen gleichen zweiten Trog vorrätig, um ihn gegen den ersten umzutauschen, wenn in diesem das Wasser zu heiß geworden ist.

Im Gebiet der langen Strahlen absorbiert eine Wasserschicht von 5 cm Dicke alle Energie, aber der dem sichtbaren Rot zunächst anliegende Teil des Spektrums wird von ihr ungeschwächt hindurchgelassen. Es dürfte deshalb vorteilhaft sein, sich daran zu erinnern, daß es Lösungen gibt, welche in mäßiger Schichtdicke das sichtbare Spektrum so gut wie völlig ungeändert lassen, für die unsichtbaren langwelligen Strahlen aber praktisch undurchlässig sind. Es sind dies Lösungen von Eisenoxydulsalzen³⁾. Nach Messungen von R. Zsigmondy läßt eine schwach saure wässrige Lösung von 25 % wasserhaltigen Eisensulfates, die bei einer Schichtdicke von 10 mm noch fast farblos ist, nur noch 1,9 % der infraroten Strahlen hindurch, während reines Wasser bei 10 mm Schicht noch 12,2 % passieren läßt. Noch günstiger dürfte es sein, die Kühltröge ganz aufzugeben und statt dessen eine einzige Glasplatte einzuschieben, welche aus Eisenoxydulglas besteht. Man hat bei einem Glastrog vier reflektierende Flächen, bei einer Glasplatte aber nur deren zwei. Bei jeder Reflexion geht aber auch ein Teil der sichtbaren Strahlen verloren, es ist also vorteilhaft, die Zahl der Reflexionen möglichst herabzusetzen, außerdem ist eine Glasplatte zweifellos einfacher als ein mit Flüssigkeit gefüllter Trog nebst seinen Leitungen. Schwachgrüne oder blaugrün gefärbte Gläser von geringem Eisenoxydulgehalte absorbieren bei 8,5 mm Dicke mehr als 99 % der infraroten Strahlen, bieten also einen ausgezeichneten Wärmeschutz. Noch einfacher wäre es wohl, wenigstens eine der Kondensorlinsen aus diesem Glas herzustellen, um so guten Wärmeschutz bei möglichst geringer Zahl von reflektierenden Flächen in einfachster Weise zu erreichen.

Gitter. Einen völlig abweichenden Weg hat Liesegang eingeschlagen, indem er vorschlug, ein engmaschiges Gitter in den Strahlengang einzuschalten. Bekanntlich wird jede Wellenbewegung an der Kante eines undurchlässigen Körpers gebeugt. Diese Beugung erreicht nur dann einen nennenswerten Betrag, wenn eine große Zahl dieser Kanten vorhanden ist und ihr Abstand nicht überaus groß ist zur Länge der betreffenden Welle. Schaltet man nun ein Drahtnetz von etwa 0,15 mm Maschenweite in den

¹⁾ Vgl. z. B. Franz. Pat. 433.790 von Cuito. Ein einschiebbares Absorptionsgefäß mit seitlich gelagertem Kühler findet sich bei Liesegang, Handbuch, 2. Aufl., Seite 84, mit oberhalb gelagertem Kühler in dem Franz. Pat. 434.881 von Appiani.

²⁾ Lange hat, besonders für die Projektion stehender Bilder, eine Alaunlösung als Füllung des Kühltröges eine große Rolle gespielt und doch hatte bereits Melloni 1850 nachgewiesen, daß eine Alaunlösung in keiner Hinsicht günstiger bezüglich der Absorption der Wärmestrahlen sich verhält als reines Wasser.

³⁾ Photogr. Industrie, 1912, S. 276.

Strahlengang zwischen Kondensator und Bildfenster ein, so ist die Beugung der kurzwelligen Lichtstrahlen unmerklich, die der langwelligen Wärmestrahlen hingegen ist so beträchtlich, daß diese zum größten Teil seitlich abgelenkt werden, also nicht in die Öffnung des Bildfensters und auf das Bildband, sondern seitlich auf den Rahmen des Fensters fallen. Die sichtbaren Strahlen erfahren also nur eine Abschwächung, welche dem Verhältnis der Drahtdicke zur lichten Weite der Maschen entspricht, während die infraroten Strahlen ausgeschieden werden, und zwar um so vollständiger, je größer ihre Wellenlänge ist¹⁾. Diese Anordnung eignet sich besonders in der Weise, daß das Gitter nur zeitweise eingeschaltet wird, etwa dann, wenn ein einzelnes Bild des Films längere Zeit betrachtet werden soll. Dann fällt der durch den Verschuß bewirkte Lichtverlust weg, es ist also ohnehin ein gewisser Lichtüberschuß vorhanden. Besonders empfehlenswert dürfte es sein, das Gitter mit einer Vorrichtung zu verbinden, welche bewirkt, daß es selbsttätig in den Strahlengang eintritt, sowie das Werk des Kinematographen stillsteht, bzw. in seiner Drehgeschwindigkeit unter eine gewisse Grenze herabgeht. Hierzu taugliche Zentrifugalregler werden wir späterhin kennen lernen²⁾.

Schutzklappen. Bei der zweiten Gruppe von Feuerschutzvorrichtungen wird das erstrebte Ziel dadurch erreicht, daß die Beleuchtung des Bildbandes auf die Zeit beschränkt wird, während welcher das Bildband in hinreichend starker Bewegung sich befindet. Steht das Bildband aus irgend einem Grunde im Bildfenster, so können die andauernd auf eine Stelle fallenden Lichtstrahlen das Zelluloid auf seine Entflammungstemperatur (140 °) bringen; hierzu genügen je nach der Stärke der benutzten Lichtquelle Zeiten, die bis auf wenige Sekunden herabgehen. Hat das Band aber die normale Fortschaltgeschwindigkeit, so verteilt sich die Wärme auf eine so große Fläche, daß eine gefahrdrohende Temperaturerhöhung nicht eintritt. Man brachte deshalb schon frühzeitig Klappen zwischen der Lichtquelle und dem Bildfenster an, welche vom Vorführer durch Auftreten auf einen Fußtritt ausgeschaltet wurden. Auch die Schieber, welche die Projektionsöffnungen der Kabine gegen den Zuschauerraum abdecken, können durch einen Tritthebel in Offenstellung gebracht werden. — Falls nicht etwa böswillig die Trittplatte durch ein daraufgestelltes Gewicht niedergedrückt wurde, konnte mithin der Film nur so lange beleuchtet werden, als der Vorführer beim Apparat stand. War also in einer Hinsicht selbst für den von einem Motor angetriebenen Kino hierdurch Schutz geschaffen, so war diese Einrichtung in anderer Hinsicht völlig unzulänglich. Eine Hauptgefahrquelle besteht darin, daß der Film bereits dann vom Lichtkegel getroffen wird, wenn er noch nicht oder nicht mehr hinreichend rasch läuft, sowie darin, daß beim Zerreißen des Films zwischen Bildfenster und Aufwickeltrommel das Ende im Fenster stillsteht. Für den ersten Fall bieten Schutz die Apparate, welche mit einem Fliehkraftregler in der Weise verbunden sind, daß die Lichtschutzklappe nur so lange ausgeschaltet ist, als das Kinowerk mit einer bestimmten Mindestgeschwindigkeit läuft. Der Schutz beim Zerreißen des Bildbandes

¹⁾ Physikalische Zeitschrift 1910, Seite 1019; 1911, Seite 791; Photogr. Industrie 1911, Seite 1596.

²⁾ Liesegang, Handbuch der praktischen Kinematographie, 2. Aufl., Seite 87.

wird meistens dadurch herbeigeführt, daß die Sperrung der betreffenden Schutzvorrichtung durch die Spannung des Bandes erfolgt, also aufgehoben wird, sobald dieses reißt.

Flihkraftregler. Den einfachen Flihkraftregler zeigt Abb. 52¹⁾. Auf einer Achse *c* des Kinowerkes sitzen die Schwungkörper *i* an Federn *f*. Diese enden einerseits an einem festen Ringe *r*₁, andererseits an einem Ringe *r*₂, der auf der Achse längs verschieblich ist.

In diesem sitzt lose drehbar ein zweiermiger Hebel *g*₁, der an eine Scheibe *j* angreift, die wiederum die beiden Verschlussplatten *e* steuert. Gehen bei hinreichender Drehgeschwindigkeit der Achse *c* die Schwungkörper gegen die Wirkung der Federn *f* auseinander, so verschiebt sich der Ring *r*₂ und mit ihm *g* nach links; der Hebel *g*₁ schlägt um und die Scheibe *j* drängt mit ihren nach außen gerichteten Schlitzen die Platten *e* auseinander, so daß diese das Bildfenster freigeben. Dieser Regler hat eine große Zahl verschiedener Ausführungsformen, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden kann. Meistens begnügt man sich mit einer Verschlussplatte, welche das Bildfeld seiner ganzen Höhe nach abdeckt. An Stelle der zwangläufigen Verbindung zwischen Flihkraftregler und Verschlussklappe wendet man auch eine Reibungskuppelung an. Die Schwungkörper drängen, wenn sie auseinander-

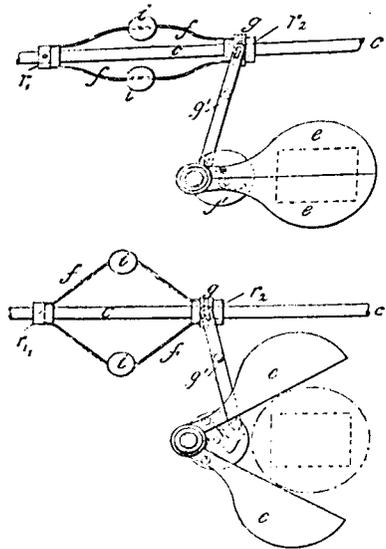


Abb. 52.

gehen, eine mit ihrer Achse umlaufende Scheibe gegen eine an der Achse der Verschlussklappe sitzende Scheibe und schieben, indem letztgenannte Scheibe um einen gewissen Winkel mitgenommen wird, die Klappe von dem Bildfenster weg²⁾.

Diesen Flihkraftschaltern verwandt sind die nur auf Reibung zwischen einem beim Betrieb umlaufenden Teil und einem die Schutzklappe bewegenden Teil beruhenden Vorrichtungen. Beide Teile werden durch Federkraft nach Art von Reibungskupplungen gegeneinander gedrückt. Hat der antreibende Reibungskörper nicht die hinreichende Drehgeschwindigkeit, so überwiegt der Zug einer an der Klappe angebrachten Feder oder eines Gewichtes und diese tritt vor das Bildfenster³⁾. Gleichfalls eine Reibungskupplung findet Verwendung bei dem Apparat von S. Lubin, doch wird diese hier eingerückt, sobald das Werk in Bewegung gesetzt wird, unabhängig davon, ob die nötige

¹⁾ Brit. Pat. 10.017 vom J. 1898 von E. F. Moy und G. H. Harrison.

²⁾ Amerik. Pat. 892.517, 998.571 von J. J. Pink, bzw. A. F. Gall.

³⁾ Brit. Pat. 23.099 vom J. 1898 von E. Holmes.

Drehgeschwindigkeit erreicht wird oder nicht¹⁾. Die Vorrichtung zeigt Abb. 53. Die hohle Hauptwelle 2, die im Gestell 1 gelagert ist, trägt die den Antrieb des Kinowerkes vermittelnden Zahnräder 3 und 4 und nimmt in sich eine in ihrer Längsrichtung verschiebbare Welle 5 auf, die mit einer Schraube 6 in einen Schlitz 7 der Welle 2 einfaßt, so daß sie sich mit dieser drehen muß. Mit der Schraube 6 wird gleichzeitig an der Welle 5 eine Hülse 8 befestigt, die auf der Welle 2 sitzt und einen Bund 9 trägt. In diesem liegt eine Schraubenfeder 12, die sich gegen eine Scheibe 13 auf der Welle 2 anlegt und die Scheibe gegen ein Rad 14 preßt, welches lose auf der Welle 2 sitzt und auf der anderen Seite gegen eine Scheibe 15 anliegt, so daß bei der Bewegung der Hauptwelle das lose Rad 14 durch die Feder 12 zwischen den Scheiben 13 und 15 gepreßt wird und deshalb, soweit es die übrigen Teile der Vorrichtung erlauben, von diesen sich drehenden Scheiben mitgenommen wird.

An der Schraube 6 ist ferner eine Feder 10 befestigt, deren anderes Ende in einen Bund 11 der Welle 2 eingelassen ist. Diese Feder ist so eingerichtet, daß sie die Welle 5 mit der Hülse 8 in der Richtung des in der Figur eingezeichneten Pfeiles zu bewegen, d. h. also das Rad 14 aus der Kuppelstellung zu lösen strebt.

Eine durch ein Gewicht 17 ausbalancierte Kurbel 16 sitzt mit ihrer Nabe 19 fest auf der Welle 5. Das Rad 4 ist mit einer Nabe 20 ausgestattet, die in die Nabe 19 hineinreicht und mit einem Stift 22 in einen Schlitz 21 der letzteren einfaßt.

Von dem Rade 14 geht eine Kette 23 zu dem Ende eines Hebels 24, der mittels einer Stange 27 eine Platte 28 trägt, die sich in geeigneten Führungen vor dem Bildfensterchen auf und nieder bewegen kann.

In der Ruhelage wird durch die Einwirkung der Feder 10 die Welle 5 innerhalb der Welle 2 derart verschoben, daß die Nabe 19 möglichst weit nach links tritt, soweit es der Schlitz 21 erlaubt. Wird nun die Kurbel und damit die Nabe 19 in der Uhrzeigerrichtung gedreht, so gleitet die Nabe 19 so lange auf der Nabe 20, bis der Stift 22, der sich natürlich hierbei in dem Schlitz 21 verschiebt, an das andere Ende desselben gekommen ist. Dabei verschiebt sich aber die Welle 5 und damit auch die mit ihr feste Hülse 8, so daß nun die Scheiben 13, 14, 15 federnd aneinandergedreßt werden und die Klappe hochgezogen wird.

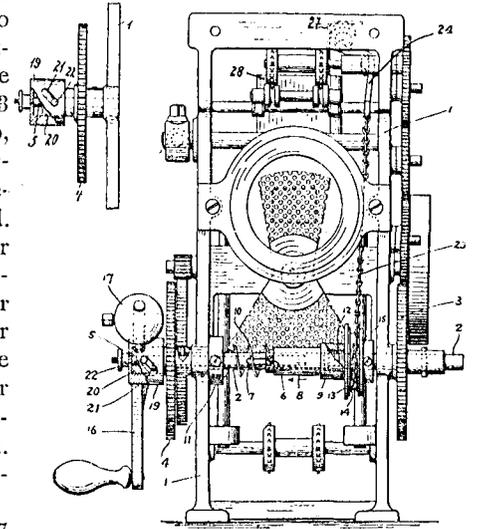


Abb. 53.

¹⁾ D. R. P. 208.205. Das zum Teil gleichlautende Amerik. Pat. 881.512 ist O. T. Weiser erteilt.

drängt¹⁾. Der Luftstrom kann auch einfach gegen die Klappe strömen und diese so anheben²⁾.

Gleichfalls Preßluft, wenn auch zu völlig anderem Zweck, findet Verwendung an den Einrichtungen, bei denen sie zur Kühlung des Bandes im Bildfenster benutzt wird. Hierzu müssen allerdings größere Mengen zur Verfügung stehen. Es muß mithin entweder ein besonderer Kompressor vorhanden sein³⁾ oder es muß in einer Bombe komprimierte Luft oder besser noch ein die Verbrennung nicht unterhaltendes Gas wie Kohlensäure⁴⁾ zur Verfügung stehen. Es kann außerdem die Vorkehrung getroffen sein, daß ein in die Preßgasleitung eingeschaltetes Manometer nur bei hinreichendem Druck den Strom für die Projektionslampe schließt⁵⁾.

Es ist oft erwünscht, neben den bewegten Bildern auch unbewegte Projektionsbilder mit einem einfachen Projektionsapparat vorzuführen. Man pflegt dann eine Bogenlampe mit ihrem Gehäuse verschiebbar hinter beiden Apparaten anzubringen, so daß sie auf Schlitten entweder hinter den Kino oder hinter die einfache Laterna magica geschoben werden kann. Bringt man nun im Strom der Lampe einen vom Kino angetriebenen Flihkraftregler an, der den Lampenstrom unterbricht, sowie der Kino nicht die nötige Tourenzahl hat, so bedarf es einer besonderen Vorrichtung, um die Lampe trotzdem hinter der Laterna magica brennen zu lassen. Dies kann in einfacher Weise dadurch geschehen, daß ein Kontakt, der die Leitung unter Umgehung des Flihkraftreglers kurzschließt, unterbrochen wird, wenn die Lampe ihren Platz hinter der Laterna magica verläßt und jenen hinter dem Kino einnimmt⁶⁾.

Schutz beim Reißen des Bandes. Die bisher betrachteten Schutzvorrichtungen treten nur in Wirksamkeit, wenn das Werk stillsteht oder auch zu langsam bewegt wird. Es kommt nun aber zuweilen vor, daß das Band reißt und das von oben zulaufende Filmstück in einer Schlinge sich in den Gang der Lichtstrahlen hineinbiegt. Bei Handbetrieb wird der Vorführer dies ja sofort merken, das Werk stillsetzen und hiermit die Schutzklappe zur Wirkung bringen. Anders bei dem meistens gebrauchten Motorantrieb. Hier kann, ehe es der Operateur merkt, in einigen Sekunden die Filmschlinge Feuer fangen. Man hat nun zwar versucht, auf dem Wege der Polizeiverordnung den Motorantrieb zu beseitigen; allein man hat alsbald erkannt, daß man hierdurch dem Kinematographen einen Hemmschuh anlegt, ohne etwas Wesentliches für den Feuerschutz zu gewinnen. Denn der Operateur, der den Kino mit der Hand betreiben muß, ist hierdurch so in Anspruch genommen, daß er nicht in der Lage ist, eine kleine Störung im Betrieb in ihren Anfängen alsbald zu beseitigen, und gerade diese kleinen,

unvermeidlichen Störungen können überaus leicht Anlaß zu Bränden geben. Hat der Operateur aber beide Hände frei, so vermag er den kleinen Störungen entgegenzutreten, ehe sie sich zu einer wirklichen Gefahr auswachsen. Man hat deshalb Einrichtungen getroffen, welche das Bildfeld abdecken oder auf anderem Wege die Feuersgefahr beseitigen, sowie das Band reißt. Die einfachste ist ein auf dem Bildbande, und zwar selbstverständlich auf dessen bildfreier Seite aufliegender Hebel oder eine Rolle, die von dem Bande getragen wird. Sobald dieses reißt, fällt der Hebel oder die Rolle und das Bildfenster wird geschlossen. Soll diese Einrichtung für alle Fälle sicher sein, so muß eine zweite Klappe nach Art der Flihkraftregler vorhanden sein, die bei Stillstand des Werkes das nicht zerrissene Band schützt¹⁾. G. Zrenner benutzt einen auf einem wagrecht verlaufenden Stück des Bildbandes reitenden Fallschieber mit einer Öffnung von der Größe des Bildfensters. Solange das Band gespannt ist, liegt diese Öffnung vor dem Bildfenster, zerreißt es aber, so fällt der Schieber und schließt das Bildfenster. Gleichzeitig dringt ein unten an dem Schieber befindlicher Metallkeil zwischen zwei Kontaktfedern und schließt hierbei den Strom zur Beleuchtung des Zuschauerraumes, während ein aus Isolationsmaterial bestehender Keil zwei andere bis dahin geschlossene Kontaktfedern trennt und den Strom des Antriebsmotors unterbricht²⁾.

Reißt das Bildband zwischen der hinter dem Bildfenster befindlichen Vorrichtung zum absatzweisen Fortschalten des Bandes (Maltesergesperre, Greifer usw.) und dem Bildfenster oder unmittelbar vor diesem, so fördert die Vorwickeltrommel ja noch weiter und die dort meistens vorhandene Schlinge des Bandes vergrößert sich. Man kann nun über dieser Stelle eine leicht bewegliche Kontaktfeder anbringen, die alsdann den Strom für die Schutzvorrichtung schließt³⁾. Bei dem Apparat von J. W. Harris⁴⁾ bringt die Schlinge einen Hebel zum Umkippen, der den Strom des Antriebsmotors unterbricht und gleichzeitig die Schutzklappe in die Verschußstellung umsteuert.

Bei der von E. L. A. Lertourné angegebenen Einrichtung fällt die elektrisch gesteuerte Verschußklappe vor das Bildfenster sowohl beim Reißen des Bildbandes und wenn dieses abgelaufen ist, wie auch dann, wenn der Antriebsmotor abgeschaltet ist. Das Schaltungsschema für den Fall, daß Stromlosigkeit im Anker der Verschußklappe diese zum Fallen bringt, zeigt Abb. 56⁵⁾. Es bedeutet hier: A die Platte, in der das Bildfenster mit e bezeichnet ist, das durch die Klappe II abgedeckt ist. Diese ist um die Achse c drehbar und hat einen mit dem Anker für den Elektromagneten I ausgerüsteten Hebelarm b; die Abdeckung erfolgt durch eine in dem Rahmen a sitzende durchscheinende Platte d. Diese Platte läßt so viel Licht

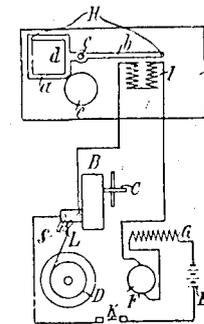


Abb. 56.

¹⁾ D. R. P. 179.731 von P. Porschke.
²⁾ D. R. P. 232.150 und Französ. Pat. 413.538.
³⁾ Brit. Pat. 1211 vom J. 1904 von Ch. Schiller.
⁴⁾ Brit. Pat. 21.308 vom J. 1908.
⁵⁾ D. R. P. 216.326 und Französ. Pat. 373.685.

¹⁾ Amerik. Pat. 826.524 von A. Palmer, Brit. Pat. 7668 vom J. 1900 von Prestwich.
²⁾ Amerik. Pat. 944.749 von C. M. Stanley.
³⁾ Neben dem schon erwähnten Amerik. Pat. 944.749 vgl. Französ. Pat. 421.575 von Prouvot und D. R. P. 230.337 von L. Giess.
⁴⁾ Französ. Pat. 426.382 von J. Tatham.
⁵⁾ Brit. Pat. 29.117 vom J. 1909 von A. H. Moorhouse.
⁶⁾ Amerik. Pat. 870.935 von Colson & Gebauer; abgeändert in Amerik. Pat. 939.110 von Tomotaka Taira.

durchgehen, daß das Kinowerk so weit beleuchtet ist, damit der Operateur das Einsetzen des Films usw. erledigen kann, ohne daß ein konzentriertes Lichtbündel auf das Bildfenster fällt. *B* ist der Kinematograph mit der Rotationsblende *C* in schematischer Darstellung. Die Platte *A* sitzt natürlich an dem Apparat selbst und ist nur hier zur Voranschaulichung vom Werke abgerückt. Der Film läuft auf die Aufnahme­rolle *D*; *F* stellt den Antriebsmotor dar, *E* die Stromquelle und *G* einen Vorschaltwiderstand. Zum Einschalten des Stromes dient der Schalter *K*. Das Bildband lehnt sich gegen die Rolle *L* und schließt hierbei einen Kontakt bei *S*. Bei geöffnetem Strom zieht der Rahmen *A* die Klappe *H* vor das Bildfenster. Wird der Kontakt *K* geschlossen und ist das Band bei *L* straff, so ist auch bei *S* die Leitung und damit der Strom geschlossen; der Motor *F* läuft an und gleichzeitig erhält der Magnet *I* Strom, so daß die Klappe ausschwingt und das Bildfenster freigibt. Reißt das Band oder ist es abgelaufen, so schwingt die Rolle *L* durch ihr Gewicht oder unter Einwirkung einer Feder zurück, der Strom wird bei *S* unterbrochen, der Magnet wird stromlos und die Klappe fällt. Wegen einiger weiterer Ausführungsmöglichkeiten muß auf die zitierten Literaturstellen verwiesen werden. Will man mehrere Stromkreise zulassen, so kann man auf eine Achse des Kinowerkes, etwa bei *C*, noch einen Fliehkraftregler aufsetzen und erhält so auch einen ausreichenden Schutz für den Fall, daß das Kinowerk aus irgend einer Ursache zu langsam läuft oder sogar stillsteht, trotzdem der Strom zum Motor geschlossen ist.

B. Die Mittel zum Verhüten des Umsichgreifens des Brandes.

Kanäle. Trotz aller Vorsichtsmaßregeln muß man stets mit der Möglichkeit eines im Bildfenster ausbrechenden Brandes rechnen. Es handelt sich deshalb darum, zu verhüten, daß der Brand weiter um sich greift. Die nächste und einfachste Sicherung ist, den Brand dadurch zu ersticken, daß man das Band vor allem oberhalb des Fensters — denn nach oben schreitet die Flamme weit rascher fort als nach unten — aber auch nach unten hin in einem möglichst engen, aus die Wärme gut leitendem Metall bestehenden Kanal führt. Das brennende Band wird hierdurch so stark abgekühlt, daß es unter seine Entflammungstemperatur kommt. Die Flamme erlischt in weitaus den meisten Fällen, ehe sie durch diesen Kanal hindurch vorgedrungen ist. Um das Band einfädeln zu können, muß der Kanal aufklappbar sein. Er ist vorteilhaft an den Rändern besonders eng und in der Breite der Bilder etwas weiter, um so höchsten Feuerschutz zu gewähren, ohne daß die Bildflächen Gefahr laufen zerkratzt zu werden¹⁾. Die Polizeivorschriften pflegen gewisse Grenzmaße für diese Kanäle vorzuschreiben; eine Länge von fünf bis acht Zentimeter entsprechend der zwei- bis dreifachen Bildhöhe und eine Weite von zwei Millimeter mag als ausreichend anzusehen sein.

Löschrollen und Filmabschneidvorrichtungen. Sollte trotz alledem die Flamme durch den Kanal hindurch wandern, so muß verhütet

¹⁾ Einige Beispiele im Französ. Pat. 390.362 von Lertourné.

werden, daß der Brand auf die großen Filmmassen übergreift, welche sich auf der oberen und unteren Filmtrommel befinden. Als wichtigste und einfachste Schutzmaßregel seien hier beim Eingang zu den Trommeln angeordnete enge Kanäle sowie Rollen erwähnt, welche den Film zwischen sich mit sanftem Druck hindurchgleiten lassen und eine Flamme auslöschen können. Da diese sich bei der hauptsächlich gefährdeten oberen Trommel nach außen drehen, so bieten sie einen guten Schutz. Nach unten hin schreitet der Brand an sich weniger leicht fort, da die lodernde Flamme in das Freie und nicht gegen den Film weht, also nicht ohne weiteres den noch unversehrten Film ergreifen kann. Es ist hier die Gefahr des Vordringens des Brandes zur Filmmasse weniger gering, trotzdem der Film hier in die Trommel hineinläuft und die erwähnten Rollen sich nach innen hin drehen. Es gibt nun noch eine Reihe weiterer Apparate, welche die *Fortpflanzung des Brandes* nach den Trommeln dadurch verhindern, daß sie den Zugang zu diesen mehr oder weniger *vollständig abschließen* und dabei das Band etwa noch durchschneiden. Es ist hierbei natürlich Voraussetzung, daß diese Vorrichtungen so rasch wirken, daß das Verschließen, bzw. Durchschneiden erfolgt, ehe die Flamme bis zu der betreffenden Stelle vorgedrungen ist.

Bei dem Apparat von Mallet tritt das Band 1 (Abb. 57) zu den Trommeln 3 durch einen breiten Hahn 5 hindurch, dessen Küken 6 eine schmalrechteckige Bohrung 7 mit scharfkantigen Rändern hat. Die Küken beider Trommeln sind durch Gestänge miteinander verbunden. Ein Zahnbogen 10 kämmt mit einem auf dem Küken sitzenden Zahnrad 2. Im Augenblick der Gefahr werden die beiden Küken durch Zug an einem Handgriff vom Operateur gedreht; sie schneiden das Bildband vor den beiden Trommeln durch und verschließen gleichzeitig deren Zugänge.

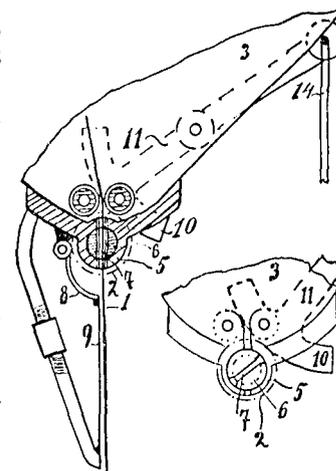


Abb. 57.

Rechts zeigen sich die drehbaren Teile in der Verschlußstellung. Da aber in vielen Fällen der Operateur weder die Zeit noch auch die Geistesgegenwart haben wird, diesen Handgriff rasch zu erfassen, so liegt vor den Verschlußhähnen je eine Klappe 8, welche während des Betriebes durch eine leicht entflammbare Schnur 9 offengehalten wird. Diese Schnur läuft auf einem längeren Weg unmittelbar neben dem Film hin. Brennt dieser, so gerät die Schnur auch in Feuer und die Klappen schließen sich¹⁾.

Mit diesem Apparat nahe verwandt ist der von Lertourné. Hier läuft das Bildband vor und hinter dem Bildfenster zwischen zwei Kontaktfedern oder Rollen hindurch und trennt diese. Zerreißt das Band nun, so kommen die beiden Kontaktelemente in unmittelbare Berührung, der hierbei geschlossene elektrische Strom durchfließt einen Magneten, der ein Messer auslöst.

¹⁾ Französ. Pat. 371.008, D. R. P. 204.012 und 206.079.

das vorschnellend das Bildband durchschneidet¹⁾. Will man den elektrischen Apparat vermeiden, so kann das Messer auch durch einen auf dem Bildband reitenden Hebel, der beim Zerreißen des Bandes umkippt, ausgelöst werden. Um zu vermeiden, daß trotzdem in die untere Trommel brennender Film hineingerät, kann man hierbei gleichzeitig die untere Filmspule durch einen in ein Sperrad eingreifenden Hebel feststellen²⁾. Etwas anders gebaute Abschneidvorrichtungen, bei denen das Messer durch ein Band aus reinem Zelluloid gesperrt ist, beschreiben Z. Bona³⁾ und G. Zrenner⁴⁾. Bei dem Apparat von J. Kreiner kann der Kanal für das Bildband beim Fenster nur geöffnet werden, wenn der Feuerschutzschieber vorgeschoben ist; ferner ist oberhalb des Bildfensters ein Schild angebracht; reißt das Band im Fenster, so wird hierdurch die dann entstehende Bandschlinge seitlich abgelenkt, so daß sie nicht in den Bereich des Lichtkegels gelangen kann. Außerdem wird die Abschneidvorrichtung durch den bekannten leicht entzündlichen Faden gesperrt; mit dem Messer ist der Abschlußschieber in der Kabinenwand so verbunden, daß er gleichzeitig mit dem Vorschnellen des Messers niederfällt. Außerdem wird dann noch die Beleuchtung des Zuschauerraumes selbsttätig eingeschaltet⁵⁾.

Schutztrommel oder Schutzring? Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß ein Film gegen Flugfeuer, ein aus der Lampe abspringendes Kohlenstückchen, ein weggeworfenes Zündholz, die in dem Apparatenraum unter allen Umständen unstatthafte Zigarre oder Zigarette sicher ist, wenn er in einer Trommel aus Eisen oder Stahlblech dicht eingeschlossen ist. Diese Feuerschutztrommeln sollen einen Durchmesser haben, der mindestens fünf Zentimeter größer ist, als der Durchmesser der Filmrolle, so daß der Film die Trommelwand nicht berühren kann. Denn man muß immer damit rechnen, daß die Wand von außen erwärmt wird. Ferner müssen die notwendig werdenden Öffnungen zum Einführen der Filmrolle mit Türen versehen sein, die sich selbsttätig schließen und durch Schnappfedern geschlossen halten. Die Kanäle zum Ein- und Austritt des Films müssen lang und eng sein; sie sollen mindestens acht Zentimeter lang und höchstens zwei Millimeter weit sein. Trotz alledem muß man darauf gefaßt sein, daß der Film auch in der Trommel Feuer fängt. In diesem Falle ist eine Schutztrommel, welche nur den angeführten Bedingungen genügt, eine große Gefahr, die man lange genug nicht gewürdigt hat. Wird eine solche Trommel von außen so weit erwärmt, daß das Zelluloid an einer Stelle Feuer fängt, so schreitet dessen Zersetzung fort und es entwickeln sich in der Trommel gewaltige Massen von giftigen Gasen und Rauch, die mit Luft gemischt und explosibel sind. „Wer die undurchdringlichen gelbbraunen Dämpfe gesehen hat“, sagt Effenberger, „die unter Umständen von einem einzelnen Film entwickelt werden, wer nur einige Atemzüge dieses widerlich riechenden giftigen Gases geatmet hat, der muß zugeben, daß in ihnen ein Gefahrmoment für das Leben und die Gesundheit der Kinematographenbesucher liegt, wie es

1) Französ. Pat. 390.362.

2) Französ. Zusatzpat. 11.296 zu 390.362.

3) Französ. Pat. 402.691.

4) Französ. Pat. 413.539.

5) Österr. Pat. 49.840.

kein zweites gibt.“¹⁾ Diese Gas- und Rauchentwicklung läßt sich nur dann verhüten, wenn man dem einmal entzündeten Film die Möglichkeit bietet, in Gegenwart von hinreichenden Mengen Sauerstoffes mit offener Flamme zu verbrennen. Es müßten also an jeder Trommel Kanäle angebracht sein, welche frische Luft zu und die Verbrennungsgase abführen; zum mindesten müßte an jeder Trommel ein Rauchabführungsrohr von 75 bis 100 cm² Querschnitt vorhanden sein, das auf dem kürzesten Weg steil ansteigend ins Freie führt. Außerdem wäre ein an die Wasserleitung oder doch wenigstens an ein großes, hoch gelegenes Wassergefäß (100 Liter) angeschlossenes Rohr zu jeder Trommel zu führen, um diese unter Wasser setzen zu können. Der Hahn für diese Leitung wäre zweckmäßig mit einem Schalter für die Projektionslampe und den Motor zu kuppeln, so daß der Strom unterbrochen wird, sobald der Hahn geöffnet wird²⁾.

Ist man sich einmal darüber klar geworden, daß die dicht geschlossene Feuerschutztrommel die flammenlose Zersetzung des Zelluloides und damit das Entstehen gefährlicher Gas- und Rauchmassen begünstigt, so wird man in folgerichtiger Weiterentwicklung dazu kommen, die Trommel ganz aufzugeben und sie durch Schutzringe zu ersetzen. Bei diesen ist der Film auf eine Rolle aufgewickelt, welche seitlich durch Kreisscheiben aus Eisen- oder Stahlblech abgedeckt sind. Der Durchmesser der Scheiben soll fünf Zentimeter größer sein, als der Durchmesser der Filmspule. Diese Scheiben sollen durch einen Schutzring aus Blech umschlossen sein, der die äußeren Ränder der Scheiben mit einem Schlitz von höchstens zwei Zentimeter Breite, aber lose umgibt. Der Schutzring soll über die Scheibe an jeder Seite etwa sechs bis acht Zentimeter überstehen. Die Zu- und Ableitung des Films durch die Wand des Ringes hindurch soll genau wie bei den Trommeln erfolgen. Man kann die Ringe mit den Seitenscheiben also gleichsam als Trommeln ansehen, bei denen der zylindrische Teil gegen die Seitenteile einen schmalen Schlitz hat, der dadurch abgedeckt ist, daß der zylindrische Teil mit breiten Rändern beiderseits übersteht. Eine von außen andringende Flamme müßte also zunächst diese breiten Ränder umfassen, um durch den Schlitz hindurch an den Film gelangen zu können. Ist eine Flamme so ausgebildet, dann würde sie aber vermutlich auch ausreichen, die Wand einer geschlossenen Trommel so stark zu erwärmen, daß Zersetzung des Films in der Trommel einträte. Der Ring bietet mithin nicht weniger Schutz als die Trommel, hat aber den großen Vorteil, daß, wenn einmal der Film in Brand gerät, die Zufuhr von Sauerstoff so groß ist, daß die Bildung von Rauch und giftigen Gasen unterbleibt. Diesen Standpunkt vertritt die unter dem Eindruck einer Rauchpanik in einem Berliner Kinotheater (26. Dezember 1911) erlassene Polizeiverordnung für den Landespolizeibezirk Berlin vom 6. Mai 1912, welche ausdrücklich verlangt, daß die beiden Trommeln so weit offen sein müssen, daß der Film bei einem entstehenden Brand mit offener Flamme frei verbrennen kann.

1) Das Einschließen der Betriebsfilms bei kinematographischen Apparaten. München 1908, Seite 11.

2) Gesichtspunkte für Erlaß einer einheitlichen Polizeiverordnung für Kinematographentheater im Protokoll des XI. Verbandstages des Verbandes Deutscher Berufsfeuerwehren 1911, Anlage 6 und auch abgedruckt in Lichtbildbühne Nr. 18, 1912.

Von weiteren Vorschlägen sei der von F. de Mare erwähnt, den Film beiderseits mit einem wasserbeständigen Überzug (Lack) zu versehen und das ganze Triebwerk nebst den beiden Filmtrommeln in ein Wasserbad zu setzen¹⁾. Die Feuersicherheit dürfte hiermit ja ihren Höhepunkt erreicht haben, aber ob unter diesen Umständen Film und Triebwerk lange brauchbar bleiben, dürfte zu bezweifeln sein. Den ganzen Projektionsapparat will H. Quartermaine über einem Behälter aufbauen und bei ausbrechendem Brand in diesen herabsenken und darin einschließen; das Feuer soll durch eine innen im Behälter angebrachte Regenvorrichtung oder durch chemische Feuerlöschmittel erstickt werden²⁾. Dieser Vorschlag nimmt nicht hinreichend Rücksicht auf die Rauchentwicklung bei flammenloser Zersetzung. Ähnlich liegt der Vorschlag, oberhalb des Apparates einen unten offenen Kasten anzubringen, der während des Betriebes durch leicht entflammende Schnüre hochgehalten wird und bei Brand herabfallend den Kinematographenapparat überdeckt, natürlich ohne die Flamme zu ersticken³⁾. Das gleiche gilt von den oft vorgeschlagenen und auch manchenorts polizeilich vorgeschriebenen Löschdecken. Im Gegensatz hierzu scheint ein großer Trichter, der durch einen weiten, leicht beweglichen Schlauch an einen Abzugsschacht angeschlossen ist, wohl geeignet, ein auf dem Boden liegendes, in Brand geratenes Filmstück unschädlich zu machen⁴⁾. Daß man einen gerade erst im Entstehen begriffenen Filmbrand durch eine geringe Wassermenge oder auch durch Sand ersticken kann, bedarf keiner weiteren Erörterung. Ob es zweckmäßig ist, oberhalb des Apparates einen mit Sand gefüllten Behälter anzuordnen, von dem Kanäle nach den beiden Filmtrommeln und dem Bildfenster führen, wobei in diesen Kanälen Schieber angebracht sind, die durch leicht brennbare, beim Bildfenster vorbeigehende Schnüre gesperrt sind, dürfte fraglich sein⁵⁾.

Um die Bildbänder nicht völlig austrocknen zu lassen, sollen in die etwas größer gebauten Trommeln nach einem Vorschlag von T. A. Nollan feuchte Schwämme eingelegt werden⁶⁾. Einen ähnlichen Vorschlag macht G. F. Gilmore für die Filmaufbewahrungsschränke⁷⁾. Im Zusammenhang hierzu sei erwähnt, daß man, um das durch das Austrocknen bewirkte Sprödwerden der Gelatineschicht hintanzuhalten, den Film von Zeit zu Zeit einem mäßigen Dampfstrom aussetzen kann, der ihm das verlorene Wasser wieder ersetzt⁸⁾.

C. Maßregeln zum Schutze der Zuschauer.

Zum Schutze der Zuschauer ist es in erster Linie erforderlich, daß der Apparat in einem aus Metall gefertigten, etwa noch mit Asbest umkleideten Raum (Kabine) untergebracht ist, von dem nach dem Zuschauerraum

eine gleichfalls feuersichere und von selbst fest schließende Türe führt und daß die Projektionsöffnung sowie eine weitere Öffnung, durch die der Operateur das Bild auf dem Schirm beobachten kann, entweder stets durch eine einige Millimeter dicke Glasplatte abgeschlossen oder doch wenigstens durch einen Schieber leicht, womöglich bei eintretendem Filmbrand selbsttätig verschlossen werden kann. Auch ein von dem Objektiv bis zur Projektionsöffnung reichender, beiderseits dicht anschließender Lichtschacht ist zweckmäßig. Immer handelt es sich in erster Linie darum, dem Rauch den Eintritt in den Zuschauerraum zu verwehren. Da erfahrungsgemäß die Dunkelheit das Entstehen einer Panik begünstigt, sind die Vorschläge, bei Brandgefahr die Beleuchtung des Zuschauerraumes selbsttätig einzuschalten, zweckmäßig¹⁾. Dem in der Kabine etwa entstehenden Rauch ist durch weite, möglichst kurze Schlotte Abzug zu verschaffen.

Bei allem Drängen nach Feuerschutzmitteln ist aber eines nicht aus dem Auge zu lassen: solange noch ein großer Bruchteil der Erwachsenen vor einer durch das Zimmer huschenden Maus Angstrufe ausstößt oder sich entsetzt, wenn auf der anderen Seite der Straße ein Pferd harmlose Kapriolen macht — und das trifft beides gerade in der für die Kinotheater in erster Linie in Frage kommenden Großstadt zu —, ist nicht zu hoffen, daß bei einem ernsthaften Theaterbrand das Eintreten einer Panik vermieden wird. Der erste, der im Augenblick der Gefahr einen Angstruf ausstößt oder in wilder Hast zum Ausgang eilt, ist schuldig am Tode derer, die von der Menge niedergetreten werden. Hier kann entschiedene Selbsterziehung weit mehr nutzen als allerhand mehr oder weniger komplizierte technische Maßnahmen.

¹⁾ Vgl. hierzu D. R. P. 206.970 und 207.677, Österr. Pat. 32.935 von Homes und Gindert, Französ. Pat. 432.915 von Adler.

¹⁾ D. R. P. 210.304, Französ. Pat. 397.509.

²⁾ Brit. Pat. 27.120 vom J. 1908.

³⁾ D. R. P. 209.514 von Jansen.

⁴⁾ D. R. P. 244.144 von Kerkow.

⁵⁾ D. R. P. 246.543 von Dahlmann.

⁶⁾ Amerik. Pat. 921.273, 921.274.

⁷⁾ Amerik. Pat. 976.067.

⁸⁾ D. R. P. 201.207 von A. Lertourné.

VIII. Der optische Ausgleich der Bildwanderung.

Die sprungweise Fortschaltung des Bildes im Bildfenster hat zwei große Nachteile. Zunächst geht ein Teil der Gesamtzeit für die Beleuchtung verloren und zum andern ruft, wie wir früher gesehen haben, der Wechsel zwischen Hell und Dunkel das unangenehme Flimmern hervor, dessen Beseitigung oder zum mindesten Abschwächung unbedingt notwendig ist, um das bewegte Bild für den Beschauer erträglich zu machen. Sowohl hinsichtlich der Beanspruchung des Bildbandes auf dessen Zugfestigung wie hinsichtlich der optischen Verhältnisse wäre es nun ein überaus großer Fortschritt, wenn es gelingen wollte, das Band in allen seinen Teilen — also auch im Bildfenster — stetig zu bewegen, durch eingeschaltete optische Hilfsmittel das im Bildfenster wandernde Bandstück aber unverrückbar feststehend auf der Projektionswand abzubilden. Die Aufgabe ist an sich in aller Schärfe lösbar. Wenn sie trotzdem bis jetzt in der Kinematographie noch keine praktische Verwertung gefunden hat, so hat dies darin seinen Grund, daß die rein mechanischen Schwierigkeiten, welche sich aus 15 und mehr Bildwechsellern in der Sekunde ergeben, überaus groß sind. Die Abnutzung der einzelnen Teile ist bei der großen Geschwindigkeit so erheblich, daß man davor zurückschreckt, die Zahl der bewegten Teile zu vermehren. Trotzdem lohnt es sich wohl, auf die an dieser Stelle unseres Gebietes geleistete Arbeit einzugehen. Denn es ist wohl zweifellos, daß der Vorführungsapparat mit stetig laufendem Band und optischem Ausgleich der Bildwanderung dem erstrebten Ideal weit näher kommt als der absatzweise arbeitende Kino mit seinen unvermeidlichen Dunkelpausen. Wir beschränken uns aber auf die Vorführungsapparate, denn die Vorschläge sind meistens derart, daß die mit den bekannten und gebräuchlichen Apparaten gewonnenen Bilder benutzt werden können.

Die Apparate mit optischem Ausgleich der Bildwanderung zerfallen in zwei Gruppen, nämlich solche A. mit stetig in gleicher Richtung bewegten Spiegeln, Prismen und Linsen und solche B. mit hin- und hergehenden Spiegeln und Prismen.

Nur bei den Apparaten der ersten Gruppe hat man eine völlige Stetigkeit erstrebt; bei denen der zweiten Gruppe ist das Bild wenigstens während eines kleinen Teiles jeder Periode unstetig.

A. Stetige Bewegung der ausgleichenden Elemente.

Vielkantspiegel. Betrachtet man mit Hilfe eines um eine vertikale Achse drehbaren Spiegels einen in gleicher Höhe mit dem Beschauer wandern-

den Punkt, so behält bei passender Drehung des Spiegels das Spiegelbild jenes Punktes seine Lage bei, es scheint nicht zu wandern, sondern zu ruhen. Auf dem hier angewandten Prinzip des Ausgleichs mittels dem wandernden Punkt entgegengedrehten Spiegels beruht der Apparat von A. Musger¹⁾. Das Bildband *F* (Abb. 58) läuft unter dem Antrieb der stetig fördernden Stiftwalze *f* von der Spule *v* auf die Spule *a*. Es wird hierbei im Bildfenster bei dem Spalt *s* von der im Kasten *R* untergebrachten Lichtquelle *L* beleuchtet und durch das Objektiv *o* auf dem Bildschirm abgebildet. Der Polygonalspiegel *S*, der durch den über die Scheiben *x*, *y* laufenden Schnurlauf *u* in stetige Drehung um seine Achse versetzt wird, lenkt die Strahlen um etwa 90° ab und sendet sie durch die beiden Blendenöffnungen

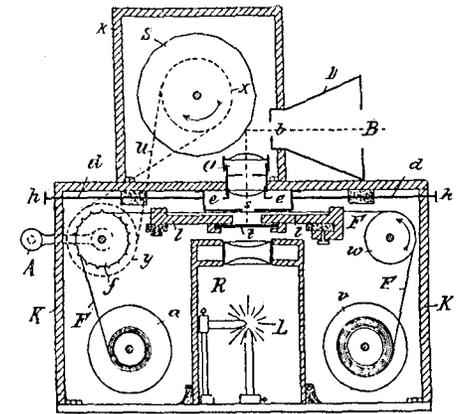


Abb. 58.

Verfolgen wir einen Punkt des Bildbandes von seinem Eintritt in den Spalt *s* bis zum Austritt aus diesem; der durch diesen Punkt gehende Strahl würde nach seiner Spiegelung, falls der betreffende Spiegel ruhte, allmählich immer mehr in die Höhe wandern. Da aber der Spiegel in dieser Zeit seine Neigung gegen die Wagerechte vermindert, so ist es möglich, durch die Drehung des Spiegels die Wanderung des Strahles aufzuheben. Ist das Bild an dem linken Rande des Bildfensters angelangt, ist ein neues Bild an dem rechten Rande angekommen und der nächste Spiegel im Polygon an die Stelle des vorhergehenden gelangt²⁾. Neuerdings hat J. Schneider wieder auf den Polygonalspiegel zurückgegriffen, und zwar mit nach innen hingekehrtem Spiegel, aber dadurch, daß er zwei Kränze anwendet, diesen in völlig abweichender Weise benutzt. Es wirkt hier immer ein absteigender und aufsteigender Spiegel, die beide zueinander parallel sind, zusammen. Es ist deshalb auch das austretende Strahlenbündel dem eintretenden parallel und es findet somit nur eine Verschiebung des Bündels in der Höhe statt³⁾. Es ist hier 11 (Abb. 59 zeigt oben eine Seitenansicht und unten eine Ansicht von oben auf das Schema der Bandführung und der Spiegel) die Lichtquelle, die durch den Kondensor 2 das Bildband 8 im Bildfenster 9 beleuchtet. Die Achsen der beiden Polygonalspiegelkränze 5, 6 liegen horizontal und parallel und bilden einen kleinen, schiefen Winkel zur optischen Achse des Kondensors 2 und des Objektivs 7. Mit 13 und 14

1) D. R. P. 180.944, Österr. Pat. 23.608, Französ. Pat. 387.407; an jeder dieser drei Stellen finden sich gegenüber den anderen Abweichungen in den Einzelheiten des Apparates.

2) Ältere Apparate mit Ausgleich der Bildwanderung durch Polygonalspiegelkränze siehe: D. R. P. 2937 von Reynaud (Praxinoskop), 117.025 von Mortier, 124.932 von F. Schmidt und Paensch.

3) D. R. P. 240.457.

sind die nach innen gerichteten Spiegel der Kränze bezeichnet. Die Spiegel 13 bewegen sich dort, wo sie von den Strahlen getroffen werden, von oben nach unten, die Spiegel 14 aber von unten nach oben. Ein am oberen Ende des Bildfensters eintretender Lichtstrahl gelangt zunächst auf einen schräg nach unten reflektierenden Spiegel 13, von diesem auf einen unterhalb der Kranzmitte gelegenen Spiegel 14 und wird deshalb parallel zu sich selbst nach unten verschoben. Während das Bildband sich nun um eine Bildhöhe verschiebt, haben sich die beiden, dem betreffenden Strahl zugeordneten Spiegel so gedreht, daß Spiegel 13 nunmehr um ebensoviel schräg nach oben reflektiert, als er zuvor nach unten reflektierte und ebenso 14 soviel nach unten, als er zuvor nach oben reflektierte. Der von dem unteren Rande des Bildfeldes kommende Strahl wird deshalb in dieser zweiten Stellung

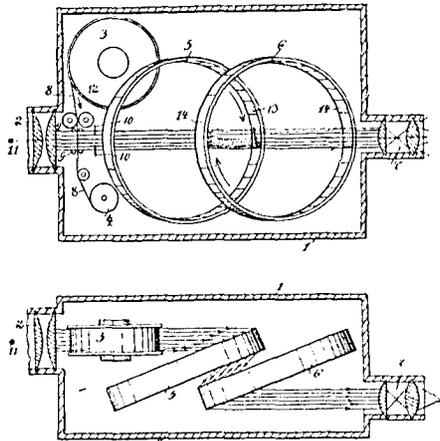


Abb. 59.

der Spiegel genau in derselben Weise in das Objektiv gelangen, wie er es zuvor tat, das heißt aber: ein jeder Strahl behält seine Neigung zum Objektiv unverändert bei und wird während der Zeit, innerhalb deren das Band um eine Bildhöhe nach unten wandert, um denselben Betrag nach oben verschoben.

Geradlinig wandernde Linsen. Projiziert man einen Gegenstand durch eine Linse auf einen Schirm und verschiebt den Gegenstand und die Linse parallel zum Schirm um den Betrag l , so wandert das Bild auf dem Schirm um den gleichen Betrag. Ist die bei der Projektion angewandte Vergrößerung P sehr stark und die Verschiebung l klein, so macht die Wanderung auf dem Schirm sich wenig bemerkbar. Sie würde ganz verschwinden, wenn man die Verschiebung des Objektivs nicht gleich l , sondern nur gleich $(1 - \frac{1}{P}) \cdot l$ machte. Um dieses Prinzip bei dem Kinetographen anzuwenden, müßte man eine größere Zahl von Linsen benutzen, welche etwa auf einem endlosen Bande vereinigt sind, das synchron und gleichsinnig zur Bildwanderung umläuft¹⁾.

Konstruktiv einfacher ist ein Vorschlag von A. E. Bréard, die Linsen auf einer Kreisscheibe anzuordnen. Da dann aber die durch die Linsen hervorgebrachte Wanderung längs eines Kreisbogens verläuft, so muß man zwei gegeneinander laufende Linsensysteme anwenden, wie sie in Abb. 60 schematisch dargestellt sind. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, sitzen die mit f

¹⁾ D. R. P. 97.215 von Holst; Französ. Pat. 330.867 und 388.933 von Mortier; Brit. Pat. 4661 vom J. 1898 von W. Stroud.

bezeichneten Linsen auf der Scheibe x und werden von je zwei Linsen i, i^1 umfaßt, die auf der Scheibe y montiert, vor und hinter dem Linsensystem f liegen. Jede Linse f hat die gleiche Brennweite wie zwei Linsen i zusammengekommen. Diese drehbaren Systeme sitzen zwischen zwei großen festen Linsen d und e Abb. 61. Das ganze Projektionsystem ist mithin zur Mittelebene der f -Linsen symmetrisch. Die von jedem der rotierenden Teilsysteme bewirkte Bildverschiebung erfolgt nach einem Kreisbogen, aber da die Krümmungen beider Teilsysteme entgegengesetzt gerichtet sind, so heben sich die in der Richtung der Verbindungslinie der Drehungsmittelpunkte verlaufenden Komponenten auf und es bleiben nur die dazu senkrechten Komponenten übrig, die in gleicher Richtung verlaufen, sich also addieren. Allerdings könnte man hier nur den Teil beider Systeme nahe bei der Verbindungslinie der Mittel-

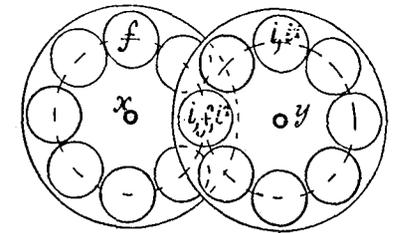


Abb. 60.

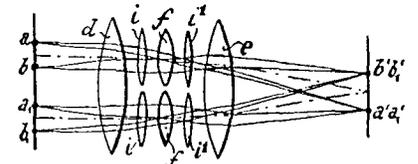


Abb. 61.

linie benutzen, da nur auf ihm hinreichende Proportionalität zwischen dem Drehungswinkel und der wirksamen Bewegungskomponente besteht, man müßte also Scheiben von großem Durchmesser mit sehr viel Linsen anwenden¹⁾.

Erfolgt die oben erwähnte Korrektur für völlige Fixierung des Projektionsbildes dadurch, daß die Verschiebung der Linsen etwas kleiner genommen wird, als die Verschiebung des Bildbandes ist, so läßt sich dies immer nur für eine bestimmte Vergrößerung erreichen. Eine Änderung in dieser verdirbt mithin die Korrektur. Um dies zu vermeiden, hat die Emil Busch Aktien-Gesellschaft in Rathenow vorgeschlagen, auch diese Korrektur gleichsam optisch vorzunehmen. Es soll nämlich zwischen den wandernden Objektiven o und dem Projektionsschirm s (Abb. 62) eine große Sammellinse eingeschaltet werden, deren Brennweite gleich ihrem Abstand vom Schirm ist. Dann muß der Abstand der Objektive o von dem Film f

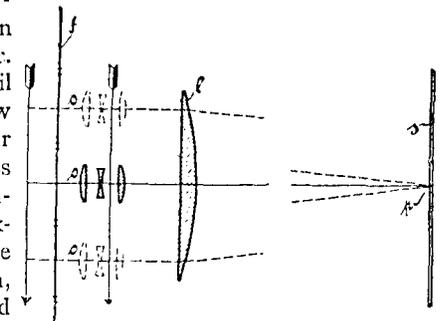


Abb. 62.

gleich der Brennweite dieser Objektive sein²⁾. In diesem Falle wird, wenn die Objektive und gleichzeitig mit ihnen die abzubildenden Filmstücke von oben nach unten wandern, die Bildmitte stets an dieselbe Stelle auf dem Schirm bei p projiziert, denn die Strahlen verlaufen zwischen den Objektiven

¹⁾ D. R. P. 154.141 Kl. 42 h; Französ. Pat. 323.497.

²⁾ D. R. P. 241.124.

und der Sammellinse e parallel. Um den Apparat für verschiedene Schirmabstände benutzen zu können, benutzt man an Stelle einer einfachen Sammellinse eine solche aus zwei Teilen nach Art der Teleobjektive und verändert die Brennweite durch Verschieben beider Teile gegeneinander.

Stetig gedrehte Glaskörper. Dreht man ein Glasparallelpipeton um eine zu einer Kante parallele Achse, so wird ein es durchsetzender Lichtstrahl parallel zu sich selbst verschoben. Bringt man dementsprechend im Strahlengang eines Kinematographen eine planparallele Glasplatte an und dreht sie entgegengesetzt der Bewegung des Films, so kann man hierdurch die Bildwanderung kompensieren. Dieses Verfahren wurde von J. Kraus im Jahre 1897 vorgeschlagen¹⁾.

Bezeichnet (Abb. 63) D die Dicke der durchstrahlten Glasplatte vom Brechungsverhältnis n , so ist die Bildverschiebung B , welche einer Plattendrehung um den Winkel φ entspricht, gegeben durch $B = D \cdot \sin \varphi \cdot \left(1 - \frac{\cos \varphi}{n}\right)$. Es ist hierbei Voraussetzung, daß φ so klein bleibt, daß man merklich \sin und tg miteinander vertauschen darf. Für größere Winkel ist

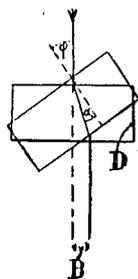


Abb. 63.

wobei α , nämlich der dem Drehungswinkel φ entsprechende Drehungswinkel des Strahles im Glaskörper, bestimmt ist durch $\sin \alpha = \sin \varphi / n$. Man nimmt vorteilhaft ein gleichseitiges, um seine Symmetrieachse drehbares Prisma von gerader Seitenzahl mit etwa sechs oder acht Seiten und geht so bei größerem Abstand zwischen Eintritts- und Austrittsflächen für das Strahlenbündel zu entsprechend geringeren Umdrehungsgeschwindigkeiten über und nutzt nur kleinere Drehungswinkel aus. Es ist nämlich die durch Drehung des Glasprismas erzeugte Bildverschiebung keineswegs proportional dieser Drehung. Man erkennt dies aus folgendem: Führt man in die obige genauere Gleichung für B den Wert für $\operatorname{tg} \alpha$ ein, so erhält man

$$B = D \cdot \sin \varphi \left(1 - \frac{\cos \varphi}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \varphi}}\right) = D \cdot \left(\sin \varphi - \frac{\frac{1}{2} \sin 2 \varphi}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \varphi}}\right).$$

Differenziert man nach φ , so folgt:

$$\frac{dB}{d\varphi} = D \cdot \left[\cos \varphi - \frac{\cos 2 \varphi}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \varphi}} - \frac{\sin^2 \varphi \cos^2 \varphi}{\sqrt{(n^2 - \sin^2 \varphi)^3}} \right]$$

oder

$$\frac{dB}{d\varphi} = D \cdot \left[\cos \varphi - \frac{n^2 \cos 2 \varphi + \sin^4 \varphi}{\sqrt{(n^2 - \sin^2 \varphi)^3}} \right].$$

Man sieht, daß B für alle Werte von φ von diesem abhängig ist. Soll mithin bei stetig bewegtem Bildband die Bildwanderung durch ein Prisma mit paarweise parallelen Seitenflächen völlig ausgeglichen werden, so muß dessen Drehung durch eine passende Kurvenführung oder eine gleichwertige Anordnung dem in der vorstehenden Gleichung enthaltenen mathematischen

¹⁾ D. R. P. 101441; siehe auch D. R. P. 134531 von H. Tönnies mit einem nach Art der Teleobjektive gebauten Ansatz zur Benutzung bei wechselnder Bildhöhe.

Ausdruck angepaßt sein, eine Aufgabe, die sich in hinreichender Annäherung zweifellos konstruktiv lösen läßt.

Einen Anhaltspunkt hinsichtlich der Dimensionen möge folgende Übersicht geben. Beträgt der Abstand der beiden parallelen Gegenflächen eines Prismas mit dem Brechungsverhältnis 1,56 1 cm, so ergibt

eine Drehung von	}	eine Verschiebung des	}	von 0,06 cm
10°		Bildes		,13 "
20°				,21 "
30°				,30 "
40°				,40 "
50°				

Würde ein Prisma vom Brechungsindex 1,70 genommen werden, so erhöhten sich die Verschiebungen um etwa 4%. Man erkennt, daß man Glaskörper von ganz erheblichen Dimensionen anwenden müßte, um bei Bildern der gebräuchlichen Abmessungen eine Verschiebung im Betrage von einer Bildhöhe zu erzielen. Für sehr kleine Bildformate (Mikrokinematographie) mögen hingegen diese Verschiebungen ausreichen.

Der Wert für B zeigt, daß die Verschiebung bei konstantem Eintrittswinkel abhängig ist von dem Brechungsverhältnis für die einzelnen Wellenlängen. Differenziert man B nach n , so folgt

$$dB = \frac{1}{2} \cdot n \cdot \frac{D \cdot \sin 2 \varphi}{(n^2 - \sin^2 \varphi)^{3/2}} \cdot dn$$

Um einen Überblick zu gewinnen, sei gesetzt:

$$\varphi = 45^\circ, \quad n = 1,56, \quad D = 1 \text{ cm},$$

dann wird: $dB = 0,32 \cdot dn$. Für $dn = 0,015$

folgt: $dB = 0,0047 \text{ cm}$.

Setzen wir eine lineare Vergrößerung des Bildes von 200 voraus und eine derartige Einstellung des optischen Ausgleichs, daß die Bildmitte fest liegt, so erfahren im Projektionsbild die randnahen Teile während jedes Bildwechsels eine Verschiebung bis fast $1/2 \text{ cm}$. Nehmen wir einen horizontalen hellen Streifen mit scharfen schwarzen Rändern im Kinematographenbild an, so werden für eine bestimmte Stellung der Ausgleichsplatte bestimmte rote, gelbe, grüne und blaue Spektralgebiete in verschiedener Weise verschoben. Da wir es aber bei dem benutzten weißen Licht nicht mit getrennten, sondern mit allmählich ineinander übergehenden Wellenlängen zu tun haben, so erhalten wir bei der Übereinanderlagerung oben und unten nicht gefärbte Randgebiete, sondern ein reines Weiß, aber die Helligkeitsverteilung gegen die Ränder des horizontalen Streifens ist verschieden, so daß oben und unten statt scharfer Ränder eine verwaschene Grenze entsteht.

Weit stärker ist die durch gewisse astigmatische Erscheinungen bewirkte Störung. Wenn auch das vom Kondensator ausgehende Strahlenbündel, das durch das Bildband hindurch die Ausgleichsplatte trifft, parallel ist, so müssen hinsichtlich der Abbildung doch einzelne divergente Strahlenbündel zu Grunde gelegt werden, deren Spitzen in jedem beliebigen Punkte der Bildbandebene liegen können und deren Divergenz durch den Abstand Bildband — Blende und die Öffnung der Blende im, bzw. am Objektiv bestimmt wird. Divergente Strahlen aber erleiden beim Durchgang durch eine planparallele

Platte eine astigmatische Ablenkung. Dieser Astigmatismus läßt sich durch eine in den Strahlengang eingeschaltete Zylinderlinse kompensieren, deren Achse parallel zur Drehachse des Ausgleichkörpers liegt. Da nun aber in einem Vertikalschnitt jedem Bündel im allgemeinen ein anderer Astigmatismus zukommt, so ergibt sich ohne weiteres, daß durch eine Zylinderlinse sich der Astigmatismus über das ganze Bild hin nicht korrigieren läßt, daß man sich vielmehr mit einer teilweisen Korrektur begnügen muß. Es wird zu diesem Zweck, nach einem Vorschlag von J. Bianchi¹⁾, ein Glaskörper angewendet, bei dem an einem regelmäßigen sechsseitigen Prisma den Prismenflächen flache Zylinderabschnitte aufgesetzt sind. Es tritt mithin an Stelle der planparallelen Platte jeweils eine sehr dicke bikonvexe Zylinderlinse. Für Aufnahmeapparate benutzt Bianchi auch ein vierseitiges Prisma, dessen Seitenflächen konkave Zylinderlinsen eingeschliffen sind, und setzt zur Korrektur eine plankonvexe feste Zylinderlinse von stärkerer Krümmung vor.

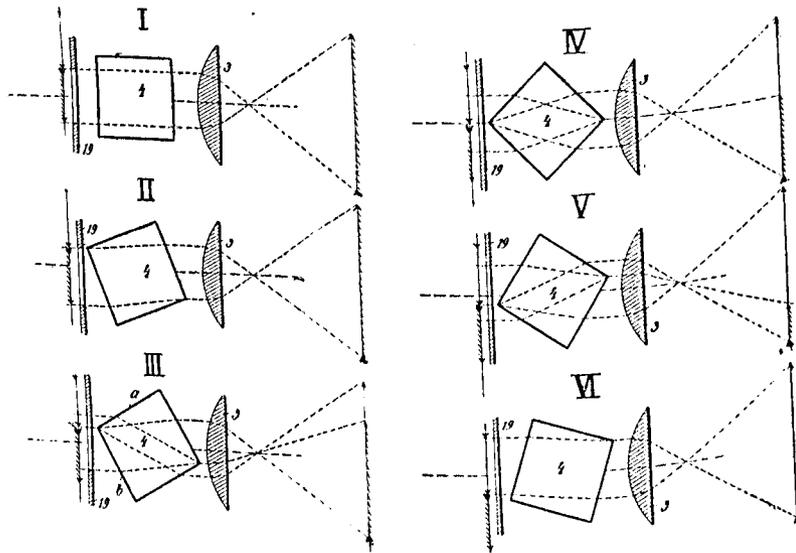


Abb. 64.

Stellt man einen Glaswürfel so auf, daß eine Diagonale parallel zu dem einfallenden Strahlenbündel ist (Abb. 64 IV), so wird der oberhalb der Diagonale eintretende Teil des Bündels nach unten, der unterhalb eintretende aber nach oben verschoben. Bei dem Apparat von J. Bianchi und Th. J. Harbach kommt der Ausgleichwürfel in eine solche Diagonalstellung um Teile zweier benachbarter Filmbilder gleichzeitig zu projizieren²⁾. Es wird hierbei eine auf- und abwärtsgleitende Blende benutzt. Bei der Stellung nach Abb. 64 I liegt das durch einen kleinen gefiederten Pfeil gekennzeichnete Filmbild und die Blende so, daß die optische Achse des Objektivs 3 durch deren Mitten geht. Der Würfel 4 liegt mit seinen gerade wirksamen Flächen parallel zum Bildfenster,

¹⁾ Amerik. Pat. 867.185.

²⁾ D. R. P. 176.302, Amerik. Pat. 708.303.

es tritt also keine Bildverschiebung ein. Es bewegt sich nun das Bild nach abwärts, gleichzeitig auch das Bildfenster, und der Würfel dreht sich entgegen dem Sinne des Uhrzeigers. (Stellung II.) Im weiteren Verlauf geht nun das Bildfenster allmählich nach oben (Stellung III) und schneidet einen Teil des ersten Bildes unten ab, dafür kommt der entsprechende Teil des folgenden, ersten Bildes unten ab, dafür kommt der entsprechende Teil des folgenden, durch einen ungefederten Pfeil bezeichneten Bildes hinter das Fenster. Das von dem ersten Bild kommende Strahlenbündel tritt wie zuvor durch die Fläche b in den Würfel, das von dem zweiten Bilde kommende Bündel aber durch die Fläche a. Das auf dem Schirm rechts entstehende Projektionsbild besteht in seinem untern Teil (gefiedert) aus der Abbildung des ersten Filmbildes, in seinem oberen Teil (ungefedert) aber aus derjenigen des zweiten Filmbildes. Bei Stellung IV ist das Bildfenster in seine Mittellage zurückgekehrt; von jedem der beiden Filmbilder wird je eine Hälfte projiziert, die sich auf dem Schirm zu einem vollständigen Bild ergänzen. Das Fenster geht weiter nach oben, erreicht in VI seine höchste Lage und kehrt, während der Würfel eine Vierteldrehung vollendet, zur Ausgangsstellung I zurück. Von der Stellung VI an wird das zweite Filmbild vollständig projiziert und das erste ist völlig abgedeckt.

Jedes auf dem Schirm erscheinende Bild setzt sich hier während eines beträchtlichen Teiles der Zeit aus zwei Filmbildern zusammen, die geometrisch verschieden sind. Diese Art von Apparaten unterscheidet sich also hinsichtlich der Abbildung wesentlich von den früher betrachteten Apparaten mit sprunghafter Fortschaltung. Bei letzteren sieht der Beschauer ein Bild, das während einer gewissen Zeit in seinen Umrissen unverändert bleibt und dann sprunghaft durch ein anderes Bild mit teilweise geänderten Umrissen ersetzt wird. Hier sieht er ein Bild, dessen Umrisse während eines beträchtlichen Teiles der Zeit sich fortgesetzt verändern und nur während des Restes der Bildperiode festbleiben. Es tritt also an die Stelle des sprunghaften Überganges ein über die Bildfläche hinwandernder Übergang auf und es ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob nicht hierdurch die Schärfe der Darstellung beeinträchtigt wird.

Gleichfalls eine das Bild einrahmende, wandernde Blende, in Verbindung mit einem hier allerdings als achtseitiges Prisma ausgebildeten Ausgleichkörper, gaben Marvis und Casler an¹⁾; die Blende hat hier die Gestalt eines Spiralschlitzes auf einer rotierenden Kreisscheibe. Die Breite des Schlitzes ist gleich der Höhe eines Bildes, seine Länge gleich einer vollen Spiralwindung und die Steigung der Spirale entspricht einer Bildhöhe, so daß also Anfang und Ende des Schlitzes unmittelbar nebeneinander liegen. Die Blende macht eine Umdrehung während des Vorüberganges eines Bildes, so daß also das Projektionsbild Teile zweier Bilder des Bildbandes nur im Augenblick des Bildwechsels enthält und nicht wie bei der zuvor angegebenen Konstruktion während eines längeren Zeitraumes.

Gedrehte Linsen. Nahe verwandt mit den zuletzt besprochenen Apparaten ist der von J. N. Maskelyne angegebene, der andererseits auch an den Musgerschen Polygonalspiegel erinnert, insofern nämlich hier ein

¹⁾ Amerik. Pat. 729.375.

Polygonal-Linsenkrantz benutzt wird¹⁾. Das Projektionsobjektiv zerfällt in die zwei Teile *K* und *M*; das Linsensystem *M* wird umgeben von einem Kranz konkaver Linsen *L*. Dieser Kranz dreht sich um seine wagerechte Achse. In Abb. 65 I bilden die optischen Achsen aller Teile eine Gerade, es

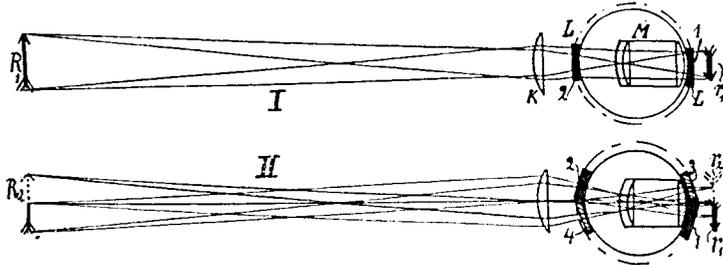


Abb. 65.

wird nur das Bild r_1 nach R_1 hin projiziert. Gleichsinnig mit dem Film dreht sich der Linsenkrantz; in der Stellung II projiziert das Linsenpaar 1, 2 nur noch den oberen Teil des Bildes r_1 , während das Linsenpaar 3, 4 nunmehr die untere Hälfte des folgenden Bildes r_2 nach R_2 hin projiziert.

Ausgleich durch gleiche, in entgegengesetzter Richtung gedrehte Prismen. Ein Strahl *B* (Abb. 66) treffe senkrecht auf die eine

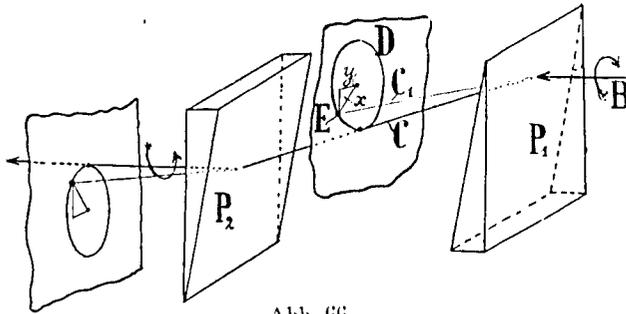


Abb. 66.

Fläche des spitzwinkligen Prismas P_1 ; dann wird er in der Richtung nach *C* hin gebrochen. Dreht man das Prisma nun um den Strahl *B* als Achse, so beschreibt bei einem vollen Umlauf der Strahl *C* einen Kegelmantel, dessen Schnitt mit der zum eintretenden Strahl *B* senkrechten Ebene durch den Kreis *D* dargestellt ist. Einer bestimmten Stellung des Prismas P_1 entspricht der Strahl C_1 , dem der Punkt *E* auf dem Kreis zukommt. Die Ordinaten *x* und *y* dieses Punktes stellen die Ablenkung in der Vertikalen und in der Horizontalen dar, welche der Strahl *B* durch das Prisma P_1 erfährt. Es ist hier *x* nach unten und *y* nach vorne gerichtet. Man setzt nun hinter das Prisma P_1 in den Strahlengang ein zweites gleichgebautes Prisma P_2 . Beide Prismen erzeugen, wenn ihre brechenden Kanten entgegengesetzt

¹⁾ D. R. P. 100.559 und Brit. Pat. 11.639 vom J. 1896. Ähnliche Formen beschrieben W. Strout in Brit. Pat. 4661 vom J. 1898 und Huot und Daubresse in Amerik. Pat. 721.954.

gerichtet sind, keine Ablenkung, sondern nur bei schrägem Strahlengang eine ihrer Gesamtdicke entsprechende Parallelverschiebung. Diese sei hier im weiteren vernachlässigt. Dreht man nun P_2 um ebensoviel wie P_1 aber nach entgegengesetzter Richtung, also gegen den Uhrzeigersinn, so ist die durch P_2 erzeugte vertikal verlaufende Ablenkungskomponente nach unten, die dazu senkrechte nach vorn gerichtet. Die beiden in der Vertikalen verlaufenden, durch die entgegengesetzte Drehung der Prismen erzeugten Ablenkungskomponenten heben sich mithin auf, während die beiden dazu senkrechten Komponenten sich addieren. Man kann mithin durch entgegengesetzt gerichtete Drehung zweier gleicher Prismen einen Strahl in einer Ebene stetig verschieben.

Solche Prismen sind für die Kinematographie vorgeschlagen worden. Zuerst von A. E. Bréard¹⁾. Abb. 67 zeigt die Ablenkungsprismen von oben

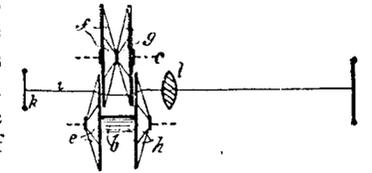


Abb. 67.

gesehen. *k* stellt den Durchschnitt durch das senkrecht gegen die Zeichenebene laufende Bildband dar, *i* den Strahlengang und *l* das Objektiv. Die Prismen *e, f, g, h*, sind zu vier Prismenkränzen so angeordnet, daß sie vier Pyramiden darstellen, die paarweise auf je einer gemeinsamen Achse *b*, bzw. *c* ruhen. Die brechenden Kanten der Prismen sind die Basiskanten der Pyramiden. Die Kränze drehen sich mit gleicher Winkelgeschwindigkeit, aber in entgegengesetzter Richtung. Jedes Prisma wird nur auf einem kleinen Teil seines Weges benutzt, nämlich dort, wo seine Kante mit der des Gegenprismas nahezu parallel läuft. Die Anordnung der Prismenkränze auf zwei verschiedenen gegenläufigen Achsen bedeutet eine störende Komplikation im Bau des Apparates. Man kann nun die beiden Kränze *e, h* zu einem und ebenso die beiden Kränze *f, g* zu einem andern Kranz, also zu je einer Doppelpyramide zusammenfassen und beide auf einer gemeinsamen Achse anordnen, wenn man zwischen beiden Doppelpyramiden ein Glied einfügt, das eine Vertauschung von rechts und links hervorruft. Man bringt deshalb nach E. Mechau eine spiegelnde Fläche zwischen beiden Doppelpyramiden an; diese kehrt gleichsam die Drehrichtung der zweiten Doppelpyramide bezogen auf die erste um²⁾. Abb. 68 zeigt die Vorrichtung im Seiten- und Grundriß. Auf einer festen Grundplatte 2 ist in einem Sockel 3 und in einem Anguß 21 eines ebenfalls mit 2 fest verbundenen Metallkastens 4 eine Welle *W* drehbar gelagert. Auf dieser sind durch Flanschen 8 vier Paare achromatischer Glasprismen P_1 und P_1' , P_2 und P_2' , P_3 und P_3' , P_4 und P_4' , deren Formen, in der Längsrichtung von *W* gesehen, als Kreis-sektoren erscheinen, derart befestigt, daß die Brechungsebenen, welche zugleich Symmetrieebenen in bezug auf die Sektorenform der Prismen sind, je ein Paar bildender Prismen zusammenfallen und die Rotationsachse enthalten. Zwischen den Elementen dieser Paare befindet sich auf einem mit 2 fest verbundenen Ständer 5, von einer Klaue 7 gehalten, ein gleichschenkeliges, rechtwinkliges Prisma 6, dessen Hypotenusenfläche parallel zur Rotationsachse der Prismen *P* ist, so daß die optische Achse des in das Prisma 6

¹⁾ Franz. Pat. 323.089.

²⁾ D. R. P. 242.128.

eintretenden Büschels der des austretenden parallel ist. Der Antrieb von W erfolgt durch eine Kurbel 17, welche auf der Welle 18 befestigt ist, unter Vermittlung zweier Schraubenräder, von denen das eine 13 auf W , das andere 14 auf einer in 4 drehbar gelagerten Welle 18 festsetzt. In 4 sind ferner noch zwei Wellen 19 und 20, auf denen außerhalb des Metallkastens je eine Walze 10, bzw. 12 fest angebracht ist, drehbar gelagert. Der Mantel von 10 ist dabei „laufend“ zu 19, der von 12 hingegen gesetzmäßig unrund ausgebildet. Es ist dies notwendig, weil die durch die Prismen erzeugte Verschiebung nicht genau proportional deren Drehung ist. Über beide Walzen läuft nun, aus einer nicht dargestellten Vorrattrommel kommend, ein bei den eben gebräuchlichen Apparaten benutztes Filmband 22 und nimmt über eine dritte Walze 16, welche mit einer der Perforation des Filmbandes angepaßten Zahnung versehen und laufend auf 18 befestigt ist, seinen Weg nach einer ebenfalls nicht dargestellten Aufnahmetrommel. Ein im Anßuß 9 des Teiles 4 befestigtes optisches Linsensystem S vermittelt

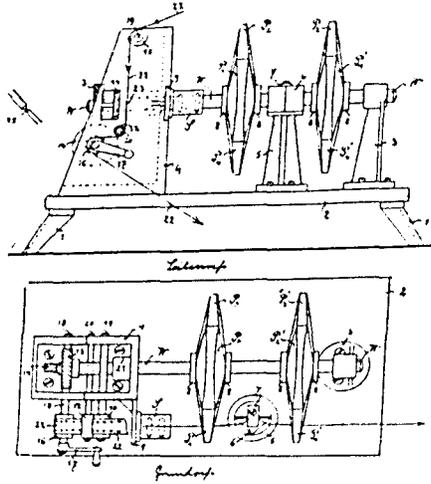


Abb. 68.

dann die Abbildung einer etwa die doppelte Bildgröße ausmachenden Stelle 23 des Filmbandes auf einen entfernten Projektionsschirm, wobei die Beleuchtung dieser Stelle von einer Lichtquelle 15 und einer an 4 angebrachten Linse 11 besorgt wird. Den ausgleichenden Prismen P_{1-4} und P'_{1-4} und dem Prisma 6 sind nun solche Dimensionen gegeben, daß die bilderzeugenden Strahlen sie ohne Ablendung durchdringen und die ausgleichenden Prismen selbst sich bei einer Drehung um W der Reihe nach und paarweise durch das abbildende Strahlenbüschel bewegen müssen. Die Wirkungsweise ist hierbei folgende: Setzt man die Kurbel 17 z. B. entgegengesetzt der Drehung des Uhrzeigers in gleichmäßige Bewegung, so überträgt sich diese infolge geeigneter Verzahnung der Schraubenräder 13 und 14 in eine ebenfalls gleichmäßige und, in der Projektionsrichtung gesehen, ebenfalls den Drehungssinn des Uhrzeigers entgegengesetzte Drehung auf die Welle W . Durch 16 wird dann das Bildband in der Pfeilrichtung gezogen und von der nicht angegebenen Trommel aufgenommen. Das Übersetzungsverhältnis zwischen 16 und W ist dabei so gewählt, daß nach einer Viertelumdrehung von W das Bildband um eine Höhe seiner Bilder fortgeschritten ist, aber in bezug auf die abgebildete Stelle 23 innerhalb dieses Intervalles nicht mit gleichmäßiger, sondern nach Maßgabe der unrunder Form von 12 mit veränderlicher Geschwindigkeit. Letztere, die nur um geringe Beträge von einer gleichmäßigen abweicht, wiederholt sich periodisch, indem einer Viertelumdrehung von W eine volle von 12 entspricht.

je eine Walze 10, bzw. 12 fest angebracht ist, drehbar gelagert. Der Mantel von 10 ist dabei „laufend“ zu 19, der von 12 hingegen gesetzmäßig unrund ausgebildet. Es ist dies notwendig, weil die durch die Prismen erzeugte Verschiebung nicht genau proportional deren Drehung ist. Über beide Walzen läuft nun, aus einer nicht dargestellten Vorrattrommel kommend, ein bei den eben gebräuchlichen Apparaten benutztes Filmband 22 und nimmt über eine dritte Walze 16, welche mit einer der Perforation des Filmbandes angepaßten Zahnung versehen und laufend auf 18 befestigt ist, seinen Weg nach einer ebenfalls nicht dargestellten Aufnahmetrommel. Ein im Anßuß 9 des Teiles 4 befestigtes optisches Linsensystem S vermittelt

Geradlinig wandernde, paarweise einander zugeordnete Spiegel. J. L. Terrisse hat vorgeschlagen, den Bildausgleich durch auf zwei endlosen Bändern oder am Umfang von zwei Trommeln sitzende Spiegel zu bewirken, welche dort, wo sie in den Strahlengang eingeschaltet sind, geradlinig geführt werden und von denen immer ein Spiegel des einen Systemes mit einem zu ihm senkrechten Spiegel des anderen Systemes zusammenwirkt¹⁾. Die Bänder werden so geführt, daß die Spiegel dem Scheitel des von ihnen gebildeten rechten Winkels zulaufen (oder von ihm sich entfernen) und die Strahlen vor dem Auftreffen auf den ersten und nach dem Austreten aus dem zweiten Spiegel entgegengesetzt parallel laufen. Hierdurch wird bewirkt, daß die Spiegel- und Bildbandverschiebung den Weg zwischen Bildband und Objektiv nicht verändert, also die Scharfeinstellung nicht beeinflusst. Abb. 69 zeigt das Schema; der hier interessierende Teil des Apparates besteht aus:

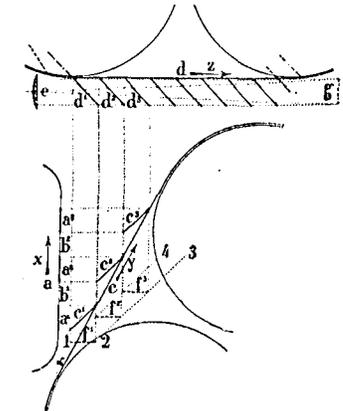


Abb. 69.

1. einem Bande a , welches stetig in der Richtung des Pfeiles x bewegt wird und auf dem die Bilder $a_1, a_2, a_3 \dots$ abwechselnd mit leeren Feldern $b_1, b_2, b_3 \dots$ gleicher Größe sich befinden;

2. einem Stahlbande ohne Ende c , welches durch irgend eine Vorrichtung stetig in der Richtung des Pfeiles y bewegt wird. Auf dem Bande c sind unter einem Winkel von 45° zur Ebene der Bilder a Spiegel c_1, c_2, c_3 angebracht, so daß für jedes Bild ein Spiegel vorhanden ist;

3. einer in der Richtung des Pfeiles z stetig bewegten Kette d ; in jeder Schake ist ein sogenannter Verschlusspiegel $d_1, d_2, d_3 \dots$ rechtwinklig zu den Spiegeln des Bandes c angeordnet.

Das Bildband a ist auf dem ganzen Weg von a_1 bis a_3 so geführt, daß die Bildfelder zum Durchtritt des Lichtes freibleiben. Die Verschlusspiegel $d_1, d_2, d_3 \dots$ sind auf dem größeren Teil ihres Weges in das Innere der endlosen Kette d zurückgezogen und werden in dieser Stellung durch Sperrung gehalten. Sobald einer von ihnen aber an die Stelle d_1 gelangt, wird die Sperrung ausgelöst und der Spiegel plötzlich durch eine Spannkraft vorgestoßen. Nachdem er seine Wirkung ausgeübt hat, wird er wieder durch irgend eine beliebige Vorrichtung zurückgeführt und gesperrt. Das Band a bewegt sich doppelt so schnell als die Kette d , damit die Spiegel $c_1, c_2, c_3 \dots$ während ihrer Bewegung dauernd in Projektion bleiben mit dem Verschlussreflektor $d_1, d_2 \dots$. Betrachtet man die Zeichnung darstellt, dann bemerkt man, daß das Bild a_1 vom Reflektor c_1 , hinter dem sich ein virtuelles Bild f_1 von genau gleicher Größe des Bildes a_1 ergibt, aufgenommen und auf den Verschlussreflektor d_1 weitergegeben wird. Hinter letzterem ergibt sich

¹⁾ D. R. P. 217.326; Franz. Pat. 387.894 und Zusätze 11.787, 12.519.

dann ein virtuelles Bild g von einer den ersten Bildern a_1 und f_1 genau gleichen Größe, welches in das Objektiv e reflektiert wird. — Bei dem Modell nach dem Franz. Zusatzpatent 12.519 werden als Spiegel total reflektierende Prismen a (Abb. 70) benutzt, welche auf zwei in entgegengesetzter Richtung gedrehten Rädern b^1 befestigt sind. An dem dem Objektiv E bzw. dem Bildband W zugekehrten Teil des Radumfanges ist diesem je eine Führungsbahn g, G , bzw. g^1, G^1 vorgelagert. Durch diese Bahnen werden die Prismen in ihren kreisbogenförmigen Gleitbahnen t gegen den Druck von Federn s so verschoben und gedreht, daß sie dort, wo sie in den Strahlengang eingeschaltet sind, sich geradlinig verschieben und zueinander senkrecht und gegen die einfallenden Lichtstrahlen, bzw. die optische Achse des Objektivs unter 45° geneigt sind.

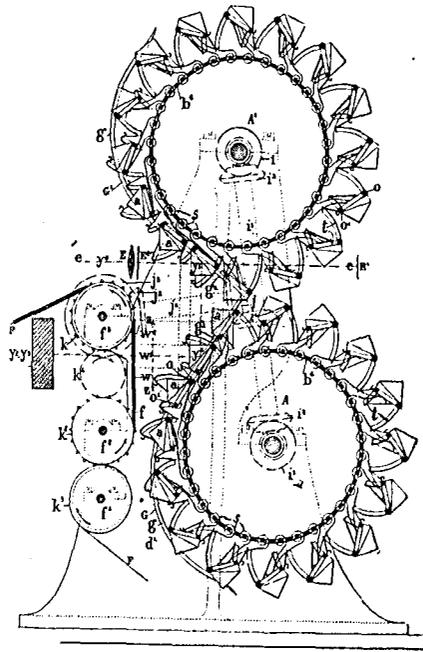


Abb. 70.

B. Hin- und hergehende Ausgleichselemente.

Bei den bis jetzt betrachteten Apparaten kehrt das den optischen Ausgleich vermittelnde Element außerhalb des Strahlenganges in seine Ausgangslage zurück. Es wird hierdurch zwar ein vollkommener Ausgleich erzielt, es sind aber sehr viel Ausgleichselemente notwendig. Denn während jedes einzelne Element zur Ausgangslage zurückkehrt, muß der Ausgleich durch andere bewirkt werden. Außerdem kann jedes einzelne Element zur Erzielung eines günstigen Ausgleichs bei kreisförmigem Umlauf nur während eines kleinen Teiles des Umlaufes benutzt werden. Die durch die Vielzahl der Elemente bewirkte Komplikation im Bau der Apparate verschwindet, wenn man darauf verzichtet, den Ausgleich ohne jede Unterbrechung vorzunehmen. Man kann sich vielmehr damit begnügen, nur für den größten Teil der Zeit, während welcher jedes einzelne Bild projiziert wird, das Ausgleichselement in der für den Ausgleich erforderlichen Richtung zu bewegen, hierauf eine kurze Dunkelpause eintreten zu lassen und in dieser das Ausgleichselement zur Anfangslage zurückzuführen. Jetzt nimmt es das folgende Bild des unterdessen stetig weiter gewanderten Bildbandes auf und gleicht nun dessen Wanderung aus usw.

Schwingende Spiegel. Am einfachsten wirken um eine zur optischen Achse des Objektivs senkrechte Achse schwingende Spiegel oder

total reflektierende Prismen. Solche sind in großer Zahl für unsern Zweck bereits vorgeschlagen worden. Als Typus sei ein Apparat von P. Mortier betrachtet¹⁾. Das Bildband B (Abb. 71) wird durch das Stiftrad A an dem Bildfenster F stetig vorbeigeführt. Die Öffnung des Bildfensters ist etwa doppelt so groß, als die Höhe $a b$ eines einzelnen Bildfeldes. Steht ein Bild gerade in der Mitte des Fensters, dann liegen die spiegelnden Flächen der beiden total reflektierenden Prismen P, P_1 parallel und ein das Band senkrecht in der Bildfeldmitte treffender Strahl verläßt das Objektiv O in dessen optischer Achse. Das Prisma P_1 kann um die wagerechte Achse x schwingen; ein an der Prismenachse befestigter Arm L wird durch die Feder c mit seinem unteren Ende gegen die an dem Stiftrad A sitzenden Anschläge E gedrängt und von diesen so geschwungen, daß das Prisma P_1 langsam im Sinne des Uhrzeigers sich dreht. Zuletzt gleitet das freie Ende des Zeigers von dem Anschlag E ab und springt auf den nächsten Anschlag. Dieses Überspringen erfolgt so rasch, daß es nicht notwendig ist, das Objektiv während dieser Zeit abzudecken, doch kann man natürlich auch eine einfache Kreisscheibe mit schmalen Abdecksektoren verwenden. Man hat hier also einen einfachen Apparat mit stetiger Bildbandförderung, der nur sehr kurze Bildpausen, eventuell sehr kurze Dunkelpausen aufweist.

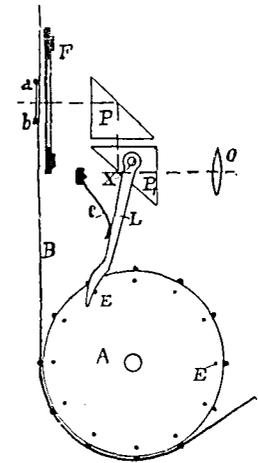


Abb. 71.

Geradlinig hin- und her bewegte Spiegel. Ein von der Firma A. Lumière et ses fils angegebener Kinematograph mit geradlinig wandernden Spiegeln arbeitet im Prinzip so, wie wir dies früher bei dem Apparat von Terisse gesehen haben. Die durch einen Spiegel in den Strahlengang eingeführte Verkürzung des optischen Weges wird durch einen zweiten zu dem ersten senkrechten Spiegel ausgeglichen²⁾. Der Schlitten g (Abb. 72) gleitet in gerader Bahn und wird durch die Feder r gegen die Kurvenscheibe j gedrängt, die mit dem Stiftrad c auf gleicher Achse sitzt. Der Schlitten trägt zwei zueinander senkrechte Spiegel $m n$ und $n p$, welche den beiden festen, gleichfalls zueinander senkrechten Spiegeln $k c$ und $c h$ einzeln parallel gegenüber liegen. Das Bildband d läuft stetig nach unten hin. Zunächst sei a die Mitte eines Bildes. Dann wird ein senkrecht zum Film die Bildmitte treffender Strahl in der durch volle Linie angedeuteten Weise nach dem Objektiv l geleitet. Während das Bildband nun um die Strecke $a a^1$ nach unten geht, wandern der Schlitten g und mit ihm die beiden beweglichen Spiegel in die gestrichelte Stellung. Der

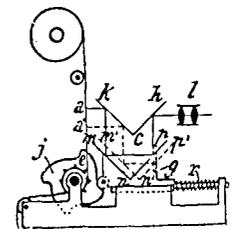


Abb. 72.

¹⁾ Brit. Pat. 23.564 vom J. 1901, ähnlich in D. R. P. 107.356 der Deutsch. Mutosk. und Biograph-Ges., 116.454 von Ch. M. Campbell, Brit. Pat. 9291 vom J. 1901 von A. Rosenberg, 8791 vom J. 1911 von The Rotary Photographic Co. & F. v. Madaler,

²⁾ D. R. P. 157.698 oder Französ. Pat. 323.667.

Strahlengang bleibt sich in allen Teilen parallel und der zwischen dem Bildband und dem Objektiv liegende Weg bleibt konstant, wenn die geradlinige Verschiebungsgeschwindigkeit des Scheitels der beweglichen Spiegel

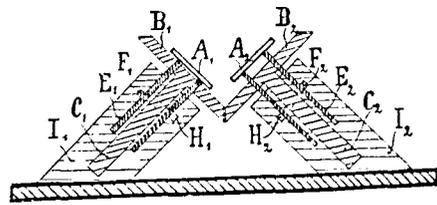


Abb. 73.

halb so groß ist als die Fortschaltgeschwindigkeit des Bildbandes. Die Rückkehr der Spiegel in die Ausgangsstellung erfolgt unter der Einwirkung der Feder r auf den steil abfallenden Kurventeilen der Scheibe j fast momentan, so daß nur ein verschwindend kleiner Bruchteil der ganzen Bildperiode hierfür verbraucht wird.

Bei dem Apparat von L. Thurstone sitzen die beiden Spiegel $A_1 A_2$ (Abb. 73) auf je einer Scheibe $B_1 B_2$, die miteinander durch Zahnkränze kämmen und synchron um Achsen $C_1 C_2$ umlaufen¹⁾. Die Spiegel können in Gleitführungen sich in der Längsrichtung der Achsen C verschieben, und zwar wird diese Verschiebung dadurch erzeugt, daß die Spiegelträger E mit Stiften F in schraubenförmigen Nuten $H_1 H_2$ eingreifen, die auf den Achsenlagern J angebracht sind. Die Steigungen beider Kurven sind so, daß, wenn der eine Spiegel vorgeht, der andere zurückgeschoben wird. Bringt man auf jeder Achse nur je einen Spiegel an, und zwar so, daß er vor der Achse sitzt, so stimmt der Apparat mit dem von Lumière in seiner Wirkung überein. Man kann aber auch mehrere, z. B. drei Spiegel im Kreise um die Achse anordnen und jeden mit einem besonderen Gestänge versehen. Dann liegen sie so zu dem Strahlengang, daß jeder Spiegel die Rückkehr in die Anfangslage — die bei dem einen Spiegelsystem die vorgeschobene, bei dem andern aber die zurückgeschobene Stellung ist — außerhalb des Strahlenganges vollzieht; dann gehört der Apparat also in die Gruppe der früher betrachteten.

Will man mit nur einem beweglichen Spiegel auskommen, so muß man zu dem Hilfsmittel greifen, das Objektiv um ein entsprechendes Stück gleichzeitig mit dem Spiegel zu verschieben, wie dies C. R. Uebelmesser vorgeschlagen hat²⁾. Das Gleitstück 40 (Abb. 74) wird durch eine Kulisse

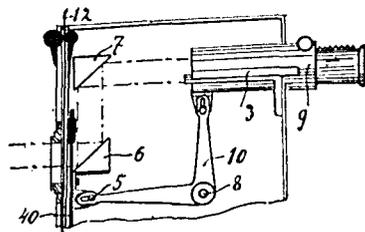


Abb. 74.

läuft währenddessen stetig nach unten.

¹⁾ Amerik. Pat. 982 904.

²⁾ Amerik. Pat. 994 043.

³⁾ Weitere Konstruktionen siehe: Amerik. Pat. 672.710 von W. H. Reid, D. R. P. 114.920 und Brit. P. 8245 vom J. 1899 von M. Barr, Französ. Pat. 434.805 von Corobtsoff & Himuli.

Prismen mit veränderlicher brechender Kante. Man kann den Ausgleich auch dadurch bewerkstelligen, daß man in den Strahlengang ein Prisma einfügt, bei dem der Winkel zwischen der Eintritts- und Austrittsfläche veränderlich ist. Dies haben die Gebrüder Lumière vorgeschlagen. Ein Kautschukrohr d (Abb. 75) ist an seinen beiden Enden mit je einer Glasplatte abgeschlossen, die um die Achsen b drehbar sind. Die Achsen werden durch zwei Arme E geschwungen, welche durch die Feder K gegen

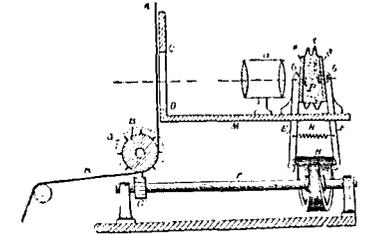


Abb. 75.

den Umfang einer Kulisse H gedrängt werden. Diese sitzt auf der Achse F , welche mittels des Zahnrades G' mit dem Stifträd G für die Filmförderung kommt. Das Kautschukrohr ist mit einer passenden Flüssigkeit, z. B. mit Wasser gefüllt. Je nach der Stellung der Platten b bildet der Flüssigkeitskörper ein Prisma von wechselnder brechender Kante und erteilt den Lichtstrahlen die zum Ausgleich der Bildwanderung notwendige Ablenkung. Das Umkippen der Platten aus der Endlage in die Anfangslage erfolgt plötzlich, das Ansteigen aus dieser in jene gemäß der Schraubenlinie der Kulisse H allmählich¹⁾. Die früher (Seite 104) erwähnten Prismen mit entgegengesetzt gerichteten brechenden Kanten, die sich um zu den Endflächen senkrechte Achsen drehen, hatte bereits W. K. L. Dickson²⁾ vorgeschlagen, aber hier auch in der Weise, daß nur die durch eine Kulisse bewirkte Drehung in der einen Richtung benutzt werden sollte, während die Rückkehr zur Anfangslage wie bei Lumières Flüssigkeitsprisma sprungweise erfolgen sollte, ohne daß die Prismen dabei aus dem Strahlengang entfernt werden sollten.

Nur zeitweilig wirkender Ausgleich.³⁾ Will man darauf verzichten, das Bildband im Bildfenster stetig zu schalten, so kann man die Einrichtung treffen, daß die Ausgleichselemente nur im Augenblick der sprungweisen Fortschaltung wirksam werden. Man kann zu diesem Zwecke einen der früher beschriebenen Ausgleichskörper mit planparallelen Flächen (S. 100) schieb in den Strahlengang einschalten und zwar so, daß er für die Dauer des Bildstillstandes im Fenster gleichfalls steht und in dieser Zeit keine Ablenkung erzeugt. Er wird vielmehr nur dann sprungweise gedreht, wenn das Bildband im Fenster wandert und muß dabei in eine solche Lage übergehen, daß er in eine Stellung ohne Ablenkung übergeführt wird, in der er von neuem so lange verharrt, bis der nächste Bildwechsel beginnt. Diese Einrichtung ergibt den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß die mit jedem Ausgleich unvermeidlichen Schwierigkeiten in optischer Hinsicht auf eine möglichst kurze Zeit beschränkt bleiben. Mag das Bild während dieser Zeit auch etwas weniger scharf und vielleicht ein wenig verzerrt sein, so ist doch immerhin die völlige Dunkelheit und Bildlosigkeit der mit einem Verschuß arbeitenden Apparate vermieden. In Weiterbildung dieser Vorrichtung

¹⁾ D. R. P. 103.314 oder Schweizer Pat. 17.261.

²⁾ Brit. Pat. 6793 vom J. 1899.

³⁾ D. R. P. 204.720 von W. Wahlmann.

hat man dann vorgeschlagen, die Ausgleichselemente überhaupt nur während des Bildwechsels in den Strahlengang einzuschalten. Abb. 76 zeigt diese Vorrichtung schematisch. Das von der Lichtquelle *a* kommende Strahlenbündel durchdringt den Kondensator *b* und das Bildband *c* im Fenster *d*. Das Objektiv *f* erzeugt in der üblichen Weise das Projektionsbild. Die Verschlussscheibe ist auf der dem Objektiv zugekehrten Seite ihres undurchsichtigen Flügels *g* spiegelnd, so daß während des Bildwechsels das von dem bewegten

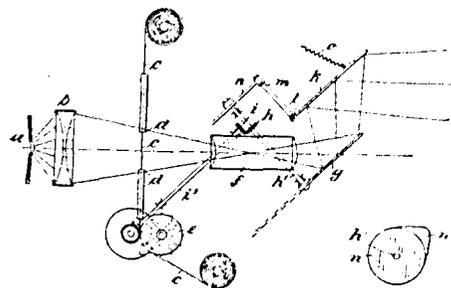


Abb. 76.

fallende Bild des wandernden Bildbandes auf dem Schirm ruhend projiziert. Auch diese Vorrichtung muß das Flimmern zum Verschwinden bringen, da sie ein wenn auch nicht völlig einwandfreies Bild für die Dauer des Bildwechsels liefert ¹⁾.

¹⁾ D. R. P. 230.022 der Messers Projektion.

Bildband kommende Strahlenbündel nach dem seitlichen Spiegel *K* hin und von hier aus auf den Projektionschirm geworfen wird. Von dem das Malteserkreuz *e* schaltenden Einzahnrad wird mittels der Achse *i* und der Zahnräder *i*, *h* die Exzentrisscheibe *n* gedreht. Deren Exzentrizität *n*¹ ist nun so bemessen, daß sie den um die Achse *l* drehbaren Arm, der den Spiegel *K* trägt, während der Zeit des Bildwechsels so schwingt, daß der Spiegel *K* das auf ihn

IX. Die Doppelapparate.

Seitdem man erkannt hat, daß das lästige Flimmern des einfachen, mit unterbrochener Beleuchtung des Bildschirms arbeitenden Kinematographen durch die Reizschwankungen bedingt ist, war man sich bewußt, daß es ein Universalheilmittel gibt, nämlich die völlige Ausschaltung jeder Reizschwankung. Gelingt es, auf dem Schirm dauernd ein Bild gleicher Helligkeit zu erzeugen, das nicht durch Dunkelpausen unterbrochen wird, so muß das Flimmern verschwinden.

Man kann dieses Ziel auf zwei Wegen erreichen. Den einen haben wir im vorigen Kapitel kennen gelernt. Es ist dies der, Vorführungsapparate zu benutzen, bei denen das stetig bewegte Bildband dauernd auf den Schirm projiziert wird, aber in den Strahlengang solche optische Hilfsmittel eingeschaltet werden, daß das projizierte Bild die Ortsveränderung des Bildbandes nicht mitmacht. Die Dunkelpause erhält bei diesen Apparaten nicht mehr eine untere Grenze dadurch, daß man das Bildband nicht gar zu rasch fortschalten darf, um es nicht zu zerreißen, denn es fällt ja die schlimme absatzweise Schaltung ganz fort. Man kann aber auch, wie wir gesehen haben, die Dunkelpause ganz wegfällen lassen, indem man das *n*-te Bild früher auf dem Schirm erscheinen läßt, als das *n*-te Bild zu verschwinden beginnt, oder doch gerade in dem Augenblick, in dem letzteres geschieht. — Der zweite Weg zum Vermeiden des Flimmerns führt zur Benutzung der Doppelapparate. Es wird hier nicht jedes einzelne Bild auf dem Schirm stabilisiert, sondern während der Dunkelpause, die zum Wechseln des Bandes im Bildfenster notwendig ist, jedesmal wiederum ein Bild projiziert. Man benutzt also zwei absatzweise arbeitende Apparate und kuppelt sie so miteinander, daß der eine in dem Maße in Wirksamkeit tritt, wie der andere während der Dunkelpause aufhört Licht auf den Bildschirm zu senden. Die Gesamtbeleuchtung des Schirmes ist mithin keinen nennenswerten, rasch verlaufenden Schwankungen unterworfen, das Flimmern ist vermieden. Allerdings wird hierbei die Apparatur mehr oder weniger kompliziert und die Länge des notwendigen Bildbandes wächst meistens. Diese beiden Umstände bringen es mit sich, daß den Doppelapparaten zurzeit noch eine geringe Bedeutung zukommt, zumal es durch die früher besprochenen Verschlüsse gelungen ist, das Flimmern auf ein erträgliches Maß herabzudrücken. Trotzdem verdienen die Doppelapparate Erwähnung. Gelingt es nämlich, für den teuren Zelluloidfilm einen billigeren, gleich guten Ersatz zu schaffen, so wird sich das Interesse den Doppelapparaten zukehren, da diese ein Bild liefern können, das flimmerfrei ist und auf das Auge nicht

ermüdend wirkt, wie das Bild des mit Dunkelpausen arbeitenden Apparates es auch dann tut, wenn das Flimmern so gut als möglich unterdrückt ist.

Außerdem finden sich Doppelapparate unter den Kinos zur Herstellung stereoskopisch wirkender oder in natürlichen Farben erscheinender Bilder. All diese Doppelapparate der verschiedenen Gattungen haben gemeinsame Einrichtungen und diese sollen deshalb hier betrachtet werden.

Die Doppelapparate zerfallen zunächst in zwei Gruppen: solche mit zwei Bildbändern und solche mit einem Bildband, auf dem aber zwei Bildsysteme angebracht sind.

Apparate mit zwei Films. Bei den Apparaten mit zwei Bildbändern handelt es sich um zwei vollständig ausgebildete Kinowerke, welche ihren Antrieb von einer gemeinsamen Achse empfangen. Da die Objektive beider Werke auf eine Fläche so gerichtet sein müssen, daß ihre optischen Achsen sich im Mittelpunkt dieser Fläche schneiden, der Abstand dieser Fläche von dem Apparat aber veränderlich ist, so muß der Winkel zwischen den Achsen beider Werke fein verstellbar sein. Daraus folgt wieder, daß die beide Werke verbindende Achse einen nachgiebigen Teil haben muß. Vorteilhaft ist es außerdem, und zwar hauptsächlich für Aufnahmeapparate zur Herstellung stereoskopischer Bilder, wenn der Abstand der beiden Apparate gegeneinander variiert werden kann. Als Beispiel sei auf einen Apparat von Cl. A. Lumière verwiesen¹⁾.

Die Zahnräder 4 der beiden Apparate (Abb. 77.) sind durch die zwischen den Achsen 3 befindlichen Gelenk- und Schiebeteile zwangsläufig miteinander verbunden. Trotzdem kann sowohl der Abstand wie die Neigung der beiden

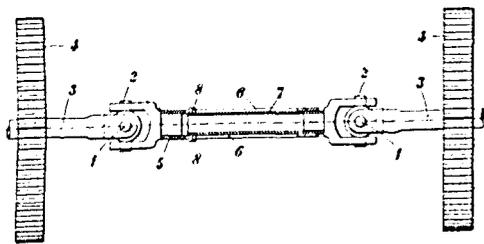


Abb. 77.

Achsen 3 gegeneinander innerhalb gewisser Grenzen verändert werden. Die beiden zueinander senkrecht stehenden Achsen 1 und 2 nebst zugehörigen Lagern bilden je eines der bekannten Kardanschen Gelenke. Zwischen beiden Gelenken besteht die Achse aus zwei ineinander geführten Rohren 5 und 7, von denen letztgenanntes im ersten liegt und verschiebbar ist. In zwei Längsschlitze 6 des Rohres 5 greift das Rohr 7 mit zwei Zapfen 8 ein, so daß sich beide Rohre zwar um die Schlitzlänge verschieben können, aber auf Drehung starr gekuppelt sind.

Die Bildbänder für Doppelapparate. Die positiven Bildbänder für die Doppelapparate, bei denen es nur auf das Beseitigen des Flimmerns ankommt, können auf verschiedene Art gewonnen werden. Zunächst könnte man die Negative auf ebensolchen Apparaten herstellen, wie sie zur Vorführung dienen. Doch hätte das zwei Nachteile; einmal kompliziert es die

¹⁾ D. R. P. 204.310, wo nur die Kupplung beschrieben ist; ausführliche Beschreibung des ganzen Schaltwerkes einschließlich eines Verschlusses mit um vertikale Achsen pendelnden Klappen in dem Österr. Pat. 33.770 oder dem Französ. Pat. 375.931.

Aufnahme der Negative zwecklos und zum anderen zeigen Bilder, welche mittels zweier Objektive gewonnen sind, stets eine parallaxtische Verschiebung. Um diese Übelstände zu umgehen, empfiehlt es sich, die Negative mit einem der gebräuchlichen Apparate zu machen. Bei den Apparaten mit zwei getrennten Bildbändern kann man zwei identische Positivbänder benutzen, falls nur die Fortschaltung beider Werke mit einer solchen Geschwindigkeit geschieht, daß von jedem Werk ein Bild in derselben Zeit erscheint, die beim Einzelapparat ein Bild nebst der ihm folgenden Dunkelpause erfordert. Bei den Apparaten mit nur einem Bande heißt es von dem gewöhnlichen Negativband das Positiv so kopieren, daß die Bilder die passende Reihenfolge haben. Soll das Positivband dieselbe Länge haben wie das Negativband, so kopiert man zunächst die ungeraden Bilder des Negativbandes auf einen unbelichteten Positivfilm, indem man durch einen passenden Verschuß nur nach jeder zweiten Fortschaltung belichtet. Alsdann trennt man beide Bänder, verschiebt das Positivband um eine gerade Zahl von Bildfeldern und kopiert wiederum nunmehr auf die bis jetzt unbelichteten Felder des Positivfilms die geraden Bilder des Negativfilms. Man erhält dann ein Band nach Abb. 78¹⁾. Der linke Teil zeigt die Führung des Bandes in dem Apparat; es bildet vor jedem Bildfenster eine Schleife, um die für die absatzweise Fortschaltung notwendige Bewegungsfreiheit zu haben. Ein solches Band muß bei der Vorführung so laufen, daß zwei Bilder zusammen so lange sichtbar sind, wie bei den einfachen Apparaten zwei Bildzeiten nebst den zugehörigen Dunkelpausen entspricht. Jedes einzelne Bild steht mithin um die Dunkelpause des einfachen Apparates länger. Wollte man an die Positivbänder die doppelte Länge wenden, so könnte man nach folgendem Schema kopieren:

... 1, 7^x, 2, 8^x, 3, 9^x, 4, 10^x, 5, 11^x,
6, 12^x, 7, 13^x, 8 ...

Hier kommt jedes Bild zweimal vor; in unserm Schema ist es einmal mit und einmal ohne ^x aufgeführt. Das Band muß natürlich mit doppelter Geschwindigkeit geschaltet werden wie zuvor.

Die Verschlüsse der Doppelapparate. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß die bei den einfachen Apparaten gebräuchlichen Verschlüsse mit geringen Änderungen bei den Doppelapparaten Anwendung finden können. Besonderer Erwähnung bedarf deshalb nur die Stellung beider Verschlüsse zueinander. Sind die beiden Bildfenster nahe beieinander, so kann man mit einer Verschußscheibe auskommen, wie dies Abb. 79 A²⁾, B³⁾ und

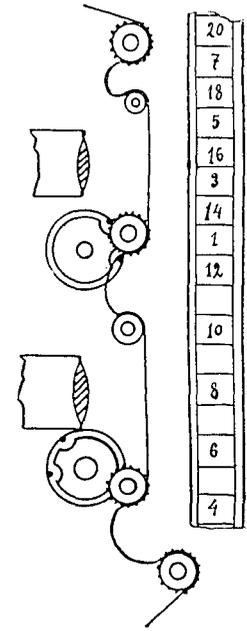


Abb. 78.

¹⁾ Franz. Zus. Pat. 9797 von Ginoux.
²⁾ Französ. Pat. 375.262 von J. Halla.
³⁾ Französ. Pat. 388.334 von Maiche.

C¹⁾ zeigen. Die Benutzung zweier Scheiben zeigen Abb. 79 D²⁾ und E³⁾. In allen Fällen ist dafür Sorge getragen, daß, während die Abdeckkanten über die Bildfelder sich bewegen, die eine Scheibe den Teil ihres Bildfeldes abdeckt, welchen die andere Scheibe in dem ihren freiläßt. Die beiden Bilder ergänzen sich also gegenseitig. Befindet sich der Verschuß nahe dem Objektiv, so gilt als Bedingung, daß die Summe der an beiden Objektiven zusammengenommen freien Öffnungen stets gleich bleibt, also gleich der Öffnung eines Objektives ist. Bei einem bestimmten Doppelapparat ist diese Bedingung nicht gewahrt; dort soll vielmehr der Verschuß des einen Objektives seine Öffnungsbewegung erst dann beginnen, wenn der des andern Objektives sich gerade völlig geschlossen hat⁴⁾. Doch gilt es bei diesem Apparat nicht,

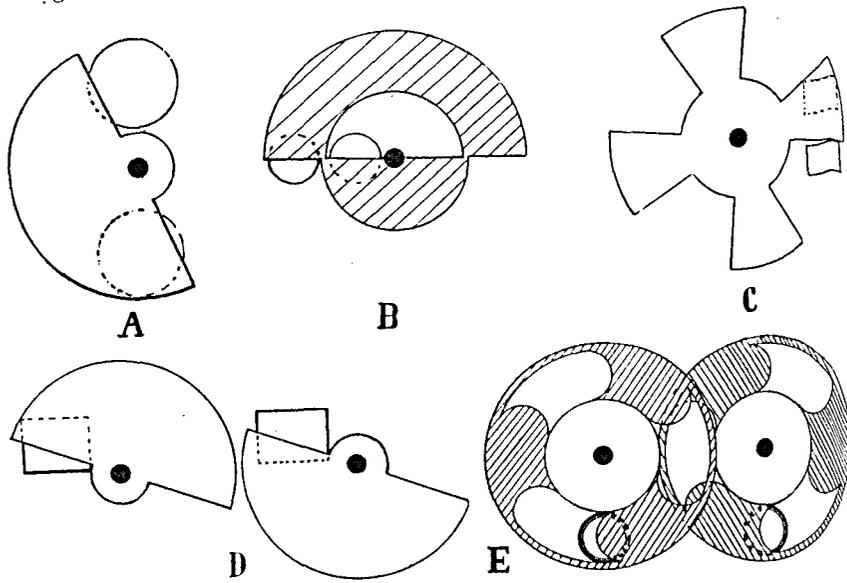


Abb. 79.

das Flimmern zu vermeiden, sondern bei der Aufnahme Bilder zu gewinnen, die sich in ihren Phasen unmittelbar aneinander anschließen, ohne daß sich andererseits die Phasen teilweise überdecken. Zu diesem Zwecke wird der Verschuß gebildet durch zwei gegenläufige halbkreisförmige konaxiale Scheiben, deren Achsen die Verbindungslinie der beiden Bildfeldmitten senkrecht schneiden.

Die besonderen Maßnahmen zum Verhüten des Flimmerns, wie ge-
lochte Abdeckplatten, dazwischen schlagende Flügel usw., fallen bei den Doppelapparaten weg. Bei den später zu betrachtenden Doppelapparaten

¹⁾ Brit. Pat. 11.317 vom J. 1902 von Späth.

²⁾ Französ. Pat. 347.693 von Kasprzycki.

³⁾ Französ. Pat. 388.157 von Mundviller.

⁴⁾ D. R. P. 225.543 der „Athenia“ Neutechn. Industrie, Charlottenburg.

zum Herstellen stereoskopisch wirkender oder naturfarbiger Bilder können und müssen sie gegebenenfalls angewendet werden.

Es ist im allgemeinen bei den Doppelapparaten die Regel, daß jedes der beiden Bänder gleichlang wirksam ist; doch ist dies zu dem erstrebten Zweck nicht notwendig. Behält man für das eine Band das von den einfachen Apparaten her gebräuchliche Verhältnis zwischen Beleuchtungsdauer und Dunkelpause, so kann man für das andere das umgekehrte Verhältnis wählen und gleichwohl das Flimmern vermeiden. Man muß dann bei dem zweiten Apparat den abdeckenden Teil der Verschluss Scheibe ebenso groß machen, wie bei dem ersten Apparat deren Beleuchtungsöffnung. Ein Fehler im Bande des zweiten Apparates macht sich dann nur in einem sehr geringen Maße geltend, man kann also in diesem ein schon stärker abgespieltes Band benutzen und benötigt nur in dem andern Apparat eines guten Bandes¹⁾. Allerdings gilt hier, wie bei allen Doppelapparaten mit zwei Bildbändern der Grundsatz, daß man, wenn in dem einen Band einige Bilder wegen Fehlers in der Lochung entfernt werden müssen und das Band geflickt werden muß, dies auch bei dem andern Band tun muß, um die notwendige Übereinstimmung beider Bänder zu erhalten.

Die Beleuchtung der Doppelapparate. Das scheinbar Naheliegendste wäre, jedem der beiden Teile eines Doppelapparates eine besondere Lichtquelle zuzuordnen. Man hat dies auch wohl schon vorgeschlagen und, um dabei an Stromenergie zu sparen, angeregt durch einen zum Fortschaltwerk synchron laufenden rotierenden Kommutator den Strom beiden Lampen abwechselnd zuzuführen²⁾. Doch hat die Verwendung zweier Lichtquellen den einen großen Nachteil, daß es nur schwer gelingt, beide so zu regeln, daß sie genau gleiche Lichtmengen aussenden; ist dies aber nicht der Fall, so zeigen die aufeinanderfolgenden Bilder wieder Reizschwankungen und bieten damit wiederum eine Ursache zum Entstehen des Flimmerns. Es ist deshalb vorteilhafter, eine Lichtquelle anzuwenden und diese entweder durch einen großen Kondensator oder Reflektor dauernd auf beide Apparate arbeiten zu lassen³⁾ oder es durch zwischengeschaltete Spiegel dahin zu bringen, daß abwechselnd jedes der beiden Bildfelder Licht empfängt; dann kann der Verschuß ganz in Wegfall kommen. Denn er wird überflüssig, wenn das Bildband zeitweilig keine Strahlen von der Lichtquelle empfangen kann.

Die Lichtverteilung kann durch rotierende oder hin und hergleitende Spiegel geschehen. Die letztgenannte Anordnung zeigt Abb. 80 nach einem Vorschlag von R. Th. Haines⁴⁾. Die Lichtquelle 1 sendet zunächst ihre Strahlen auf einen der beiden Spiegel 2', 2''. Diese Spiegel sind zueinander senkrecht und unter 45° gegen die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen geneigt; sie sitzen auf einem gemeinsamen Träger, der auf einem

¹⁾ Brit. Pat. 24.822 vom J. 1910 von Th. P. Middleton.

²⁾ Französ. Pat. 384.254 von Ginoux.

³⁾ Französ. Pat. 431.048 von Bonhomme; hier lenken zwei zueinander senkrechte Spiegel je die eine Hälfte des von der Lichtquelle ausgehenden Strahlenbündels zur Seite ab. Zwei weitere, den ersten parallele Spiegel bringen diese Teilbündel wieder in die Anfangsrichtung, so daß zwei um den Abstand der letztgenannten Spiegel versetzte Strahlenbündel entstehen, deren jedes ein Bildfeld beleuchtet.

⁴⁾ D. R. P. 193.461.

Schlitten parallel zu der beiden Spiegeln gemeinsamen Mittellinie (also in der Zeichnung senkrecht zur Papierebene) hin und herbewegt werden kann. Spiegel 2' wirft die auf ihn gelangenden Strahlen nach oben auf den Spiegel

(oder das totalreflektierende Prisma) 7', Spiegel 2'' ebenso nach unten auf 7''. Von dort gelangen die Strahlen zu den Linsen 8', bzw. 8''. Jeder der beiden Spiegel 2', 2'' führt seinem Spiegel 7', bzw. 7'' nur so viel Licht zu, als seiner jeweiligen Stellung vor der Lichteintrittsöffnung nach den Spiegeln 7', bzw. 7'' entspricht. Die Bewegung der Spiegel 2', bzw. 2'' kann absatzweise erfolgen. Jedenfalls kann die Summe der durch beide Linsen 8 zusammengekommen hindurchgehenden Lichtmen-

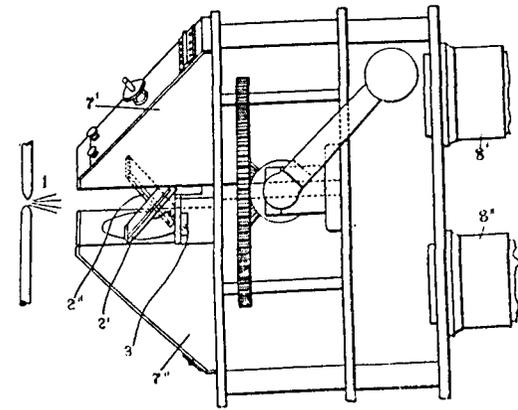


Abb. 80.

gen so stets gleichbleibend erhalten werden. Ein rotierender Spiegel und ein feststehender ist in dem Apparat von B. Acres benutzt¹⁾. Das durch die Linse Q als paralleles Bündel einfallende Licht kommt zunächst auf die

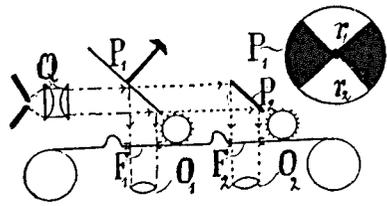


Abb. 81.

rotierende Scheibe P₁, welche rechts oben in Vorderansicht besonders dargestellt ist. Diese Scheibe ist auf zwei gegenüberliegenden Vierteln ihrer Fläche versilbert, auf den beiden andern r₁, r₂ unbelegt. Befinden sich die Spiegelquadranten im Strahlengang, so empfängt das Fenster F₁ Licht und es wird mithin das dort befindliche Bild durch das Objektiv O₁ projiziert; sind die unbelegten Scheibenquadranten r₁ oder r₂ aber eingeschaltet, so fällt das Licht auf den festen Spiegel P₂, geht durch das Bildfenster F₂ und zum Objektiv O₂.

¹⁾ Brit. Pat. 10.603 vom J. 1897. Ähnliche Anordnungen, die aber eine umständlichere Bandführung bedingen, in D. R. P. 92.809, 144.754; Österr. Pat. 20.338; Brit. Pat. 14.754 vom J. 1902 und Amerik. Pat. 540.545.

X. Farbige Bilder.

Schon seit den Kindertagen der Kinematographie strebte man nach dem bewegten Farbenbild, ohne daß es lange Jahre gelingen sollte, dieses Streben zu verwirklichen. Zunächst lag der Gedanke, jedes einzelne Bildchen auf dem Film zu färben, also statt schwarzweiße Bilder bunte Bilder zu projizieren, nahe. Es ist klar, daß dieses Verfahren weder photographische Schwierigkeiten macht, noch für die Aufnahme oder Vorführung besonders eingerichtete Apparate verlangt. Es ist lediglich eine wirtschaftliche Frage, ob das Kolorieren all der vielen Hundert kleinen Bildchen sich lohnt. Aber dieses Verfahren kann den Photochemiker nicht befriedigen. Er strebte deshalb darnach, die Mittel, welche die Farbenphotographie bei der Herstellung ruhender Farbbilder zur subjektiven Betrachtung sowie die Projektionskunst bei der Projektion ruhender Farbbilder auf dem Projektionsschirm kennt und zu einer bemerkenswerten Vollkommenheit bereits gebracht hat, auch in den Dienst des sich bewegenden Bildes zu stellen. Doch ist es ohne weiteres einleuchtend, daß sich hier Schwierigkeiten in beängstigender Fülle bieten mußten. Soll das Verfahren der Aufnahme von Teilfarbbildern bei sich bewegenden Objekten angewendet werden, so muß notwendig das Aufnahmematerial, der Film, für die photochemisch so sehr wenig wirksamen roten Strahlen so empfindlich sein, daß er auch mit diesen eine Aufnahme in der kurzen Zeit von weniger als $\frac{1}{20}$ Sekunde gestattet. Ohne die Erfüllung dieser Bedingung war an die Herstellung naturfarbiger Bilder, wie man diese im Gegensatz zu den nachträglich kolorierten Films wohl nennen darf, nicht zu denken. War aber diese Aufgabe einmal gelöst, so war das naturfarbige Kinobild nur noch eine Frage der Zeit und des Geldbeutels. Denn, ist der einfarbige Film schon teuer, so mußte der naturfarbige die Kosten auf das Doppelte, ja Dreifache steigern. Andererseits versprach er aber gegenüber dem nur kolorierten Film Bilder, die sich etwa verhalten wie ein guter Dreifarbindruck zum getuschten Neuruppiner Bilderbogen. Der Erfolg hat im letzten Jahre gezeigt, daß die Aufgabe lösbar ist, und zwar in einer Weise, die dem, der die hier auftretenden Schwierigkeiten abschätzen kann, volle Anerkennung für das Erreichte abnötigt, wenngleich der Laie sich wohl noch nicht zu diesem Urteil verstehen wird, denn es haften, bis jetzt wenigstens, immer noch erhebliche Mängel an diesen Bildern. Aber der Zugang zum Erfolg ist zweifellos offen.

A. Kolorierte Bildbänder.

Man kann jedes einzelne Bildband Bild für Bild mit dem Pinsel austauschen. Diese mühsame Arbeit ist für die fabrikmäßige Herstellung mehrerer

Kopien nicht angängig. Man stellt deshalb zunächst eine Schablone für jede der Grundfarben her und vollzieht das Färben dann maschinell. Der einfachste Weg ist nun der, einen fertigen Film mit mäßiger Vergrößerung auf eine Mattscheibe zu projizieren und auf dieser mit einem Pantographen (Storchschnabel) die Linien nachzufahren, längs deren das Schablonenband ausgeschnitten werden soll. Das Schablonenband muß in seinen Dimensionen und seiner Lochung genau dem zu färbenden Film gleich sein; auf dem Schablonenband arbeitet eine Schneidvorrichtung, etwa ein elektrisch angetriebenes Messer, eine Punktirnadel¹⁾. Auch eine nach Art der medizinischen Thermokauter durch eine kleine Flamme oder einen elektrischen Strom erwärmte Metallspitze kann zum Ausschneiden benutzt werden²⁾. Nach einem der Neuen Photographischen Gesellschaft (N. P. G.) geschützten Verfahren wird als Schablonenband ein wie ein Film gelochter Metallstreifen benutzt; auf diesen wird ein säurefester Ätzgrund und ein lichtempfindlicher Chromatgelatineüberzug aufgetragen. Von diesen Bändern werden so viel hergestellt, als die Zahl der Farben beträgt, mit denen gefärbt werden soll. Nun wird das Bildband auf das Metallband kopiert und alsdann entwickelt. Hierauf schneidet man den Ätzgrund entsprechend der betreffenden Farbe bis auf das Metall durch und ätzt, bis die Metallstücke aus den Schablonenöffnungen herausfallen³⁾.

Die nach einem dieser Verfahren gewonnenen Schablonenbänder werden mit dem zugehörigen positiven Schwarzweißfilm genau registerhaltig unter einer Färbvorrichtung hindurchgeführt und die betreffende Farbe auf den Film aufgetragen. Dieser Vorgang wird der Reihe nach auch mit den andern Schablonenbändern und den entsprechenden Grundfarben ausgeführt. Das Färben kann in verschiedener Weise erfolgen; zum Beispiel mittels eines Pinsels, der von einer neben dem Schablonenband befindlichen Farbfläche Farbe entnimmt und auf dem Schablonenband verreibt.

Auch endlose Farbbänder werden zum Färben benutzt. Bei einem Apparat der Soc. des Etabl. Gaumont werden Schablonen- und Bildband durch einen Greifer absatzweise unter dem über Rollen geführten Farbband in einem geringen Abstand vorbeigeführt. Während des Stillstandes der Bänder wird das Farbband durch einen weichen Stempel so gegen die beiden andern Bänder gedrückt, daß es an den Durchbrechungen der Schablone seine Farbe an das Bildband abgibt. Das Farbband empfängt die Farbe von einer mit dem unteren Teil ihrer Umfläche in einen Farbtrog eingetauchten Übertragungsrolle⁴⁾. Ohne Unterbrechung gestatten Apparate zu arbeiten, bei denen die Farbe unmittelbar von Farbbrollen aufgetragen wird⁵⁾. Aber auch bei der Verwendung von Farbbändern läßt sich ein ununter-

¹⁾ Löbel, La Technique Cinématographique, Paris 1912, Seite 287 ff. nach Französ. Pat. 373.502 von Méry; Französ. Pat. 422.640 oder Brit. Pat. 2410 vom J. 1910 der Compagnie Générale de Photographes, Cinématographes, Paris; Französ. Pat. 435.088 oder Amerik. Pat. 1.022.270 der Itala Film Co., Turin.

²⁾ Brit. Pat. 23.826 vom J. 1911 der Itala Film Co.

³⁾ D. R. P. 245.468.

⁴⁾ D. R. P. 207.830.

⁵⁾ Französ. Zus. Pat. 8444 zu 383.074 von Joly und Französ. Pat. 397.629 von Méry.

brochener Betrieb ermöglichen. Das Schablonenband läuft von der Rolle 23, und das Bildband von der Rolle 24 durch eine Führung 25 hindurch unter dem Antrieb der Stiftwalze 1 ab. (Abb. 82.) Dort, wo beide Bänder von letzterer gefaßt werden, liegt das Farbband 21, welches über die Rollen 18 und 19 und die verschiebbare Spannrolle 20 läuft, fest an; es läuft angetrieben von einer seiner Rollen entgegengesetzt der Fortbewegungsrichtung der beiden anderen Bänder. Hierdurch wird erreicht, daß Schablonen- und Bildband stets in gleicher Weise mit ihren Löchern an den Stiften der Stiftwalze anliegen, was zum genauen Registerhalten beider Bänder wichtig ist. Das

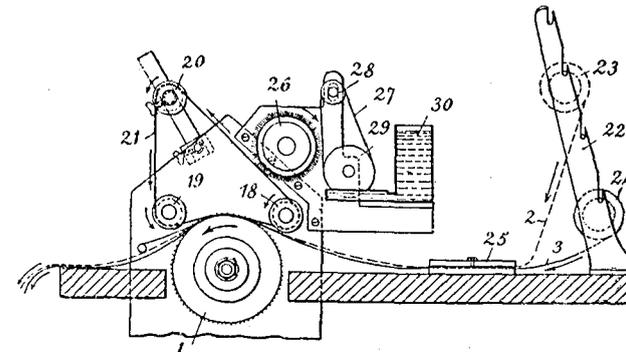


Abb. 82.

Farbband (ein Samtband) empfängt seine Farbe durch die Bürstenwalze 26, der sie aus dem Behälter 30 durch ein aus Metallgewebe bestehendes endloses Band 27 zugeführt wird¹⁾.

Das beim Altern der Zelluloidbänder eintretende Schrumpfen macht sich nun bei den Färbvorrichtungen besonders störend bemerkbar; dasselbe gilt von den unvermeidlichen Ungleichheiten hinsichtlich der Breite der Bänder und des Abstandes der Schalllöcher in ihnen. Die hierdurch entstehenden Fehler, d. h. das Nichtzusammenfallen der Farbflecken mit den für sie bestimmten Konturen auf dem Schwarzweißfilm, sind nur dann am wenigsten störend, wenn in der Mitte des Bildes die Deckung vollkommen ist und die Fehler nach außen hin gleichmäßig anwachsen. Bei dem von der Soc. d. Et. Gaumont vorgeschlagenen Apparat wird nur das Bildband von dem Fortschaltorgan unmittelbar ergriffen. Es dreht dann eine nicht mit dem Schaltwerk verbundene lose Stiftwalze und durch diese das auf einem Stück Weges über das Bildband geführte Schablonenband. Beide Bänder werden gemeinsam um zwei die lose Stiftwalze und die Färbestelle einschließende glatte Walzen mit seitlichen Flanschen und das Schablonenband außerdem noch über zwei ebensolche Walzen geführt, welche vor, bzw. hinter den anderen drei Walzen liegen. Das Bildband geht über dieses Walzenpaar nicht. Die auf der einen Seite liegenden Flanschen der vier Führungswalzen können meßbar verstellt und in dieser Stellung fixiert werden. Die gegen-

¹⁾ D. R. P. 214.751 und Amerik. Pat. 923.432.

über liegenden Flanschen drängen mit Federdruck gegen die feststellbaren Flanschen und pressen die Bänder dadurch gegen jene. Das Schablonenband muß um ein wenig schmaler sein als das Bildband; dann läßt es sich durch richtige Einstellung der Flansche dahinbringen, daß auch bei durch Schrumpfung erzeugten Abweichungen der Bänder gegeneinander die Mittellinien der Bildfelder des Schablonenbandes mit denen der Felder des Bildbandes genau zusammenfallen¹⁾. — Um auf einem Apparat Bänder mit Abweichungen in dem Abstand der beiden Stiftkränze der Stifwalze färben zu können, kann man an der Walze die Seite 27 beschriebene Vorrichtung zum Verstellen der Stiftkränze anwenden.

Für viele Zwecke mag es genügen, wenn nicht jedes Bild gefärbt ist, wenn vielmehr nach jedem bunten Bild ein oder mehrere Schwarzweißbilder folgen. Wendet man dann zum Färben dieser geringeren Zahl von Bildern eine etwas höhere Sorgfalt an, so kann das Projektionsbild gleichwohl besser werden, als wenn alle Bilder mit geringerer Sorgfalt gefärbt sind, ohne daß dabei die Kosten größer werden²⁾.

B. Theorie der Farbensynthese.

Geht ein Strahl des Sonnenlichtes, das wir als weißes Licht zu bezeichnen pflegen, durch ein Glasprisma hindurch, so wird er zerlegt in ein buntes Band aus rotem, gelbem, grünem, blauem und violetttem Licht. Was wir als weißes Licht bezeichnen, ist mithin ein Gemisch aus einer großen Anzahl verschiedener Farben. Vereinigen wir das aus dem Prisma herauskommende Strahlenbündel etwa durch ein zweites, aber entgegengesetzt geschaltetes Prisma, so erhalten wir wieder weißes Licht. Nehmen wir vor der Wiedervereinigung einen Teil der Strahlung weg, etwa dadurch, daß wir dort, wo das Grün liegt, einen Pappstreifen einschalten, so ergeben die übrigen Strahlen nach der Vereinigung nicht Weiß, sondern Rot. Ziehen wir plötzlich den Pappstreifen weg, so fügen wir dem Rot das Grün hinzu und erhalten wieder Weiß. Rot und Grün ergänzen sich also zu Weiß; ebenso Gelb und Blau. Farbenpaare, die zusammen Weiß ergeben, sind zueinander komplementär. Zu jeder Farbe des Spektrums ist die durch Mischung des übrigen Spektrums entstehende Farbe komplementär. Es ist aber nun nicht notwendig, um eine Färbung zu erhalten, die für uns innerhalb der Beobachtungsgrenzen als Weiß erscheint, einer Farbe alle übrigen Farben des Spektrums hinzuzufügen. Es genügt vielmehr, zwei bestimmte Gebiete des Spektrums auszuwählen: so gibt z. B. jedes Rot mit einem bestimmten Grün Weiß, ebenso jedes Gelb mit einem bestimmten Blau usw. Dieses Weiß unterscheidet sich aber von dem natürlichen dadurch, daß es bei der Zerlegung durch ein Prisma nicht die ganze Farbenskala ergibt, sondern eben nur die beiden Farbengebiete, aus denen es sich zusammensetzt.

Verschieben wir das zuvor in den Strahlengang bei Grün eingeschobene Pappstreifen, so durchläuft das aus dem Rest des Spektrums entstehende

Mischlicht die Farbenskala. Ähnliches erfolgt, wenn wir es vergrößern. Wir können also durch passende Ausschaltung eines kleineren oder größeren Teiles der Spektralfarben aus Weiß alle beliebigen Farben erhalten. In dieser Weise verfahren nun die „farbigen Körper“ mit dem auf sie fallenden Weiß. Eine „rote“ Fläche erscheint uns deshalb rot, weil sie alles violette, blaue, grüne und fast alles gelbe Licht absorbiert und nur den Rest des gelben und das meiste rote Licht reflektiert. Betrachten wir eine rote Fläche mit grüner Zeichnung durch ein rotes Glas, so erscheint uns das Grün schwarz, die rote Fläche aber hell und zwar annähernd ebenso wie eine weiße Fläche mit grüner Zeichnung. Betrachten wir aber die rote sowie die weiße Fläche mit ihren grünen Zeichnungen durch ein grünes Glas, so sehen wir auf der roten Fläche den Grund schwarz, die Zeichnung hell, während auf der anderen Fläche die nunmehr hell erscheinende Zeichnung sich gar nicht oder nur wenig von dem gleichfalls hellen Grunde abhebt. Stellen wir von beiden Flächen auf farbenempfindlichen Platten durch rote und grüne Gläser hindurch Negative und von diesen Positive her, und projizieren wir zunächst die beiden Aufnahmen der roten Fläche mittels zweier Projektionsapparate unter Vorschaltung je einer roten bzw. grünen Glasplatte auf einen weißen Schirm übereinander, so liefert das „rote“ Positiv, auf dem die Zeichnung gedeckt, der Untergrund aber klar ist, den Untergrund in Rot, die Zeichnung in Schwarz. An deren Stelle gibt das „grüne“ Positiv grünes Licht, während es den Untergrund unbeleuchtet läßt. Das Projektionsbild gibt mithin additiv eine farbengetreue Abbildung des Originalen. Projizieren wir ebenso die beiden anderen Positive, so ergibt die „rote“ Platte wie zuvor roten Untergrund mit schwarzer Zeichnung. Die „grüne“ Platte aber, die überall klar ist, wirkt nicht nur auf die Stellen der Zeichnung grünes Licht, sondern auch auf den Untergrund; auf diesem addiert sich aber rot und grün zu weiß: wir haben mithin grüne Zeichnung auf weißem Grunde, also wiederum eine farbenrichtige Abbildung des Originalen.

Wäre auf dem Original violett gewesen, so hätte dies nicht können abgebildet werden, denn das Violett hätte bei beiden Aufnahmen wie Schwarz gewirkt, wäre also als solches abgebildet worden. Um alle Farben richtig abzubilden, muß man also mehr als nur zwei reine Grundfarben anwenden. Die Erfahrung hat nun gezeigt, daß man schon durch drei Farben, falls man diese auch in ihrer Stärke verändern kann, jede beliebige Farbe mit hinreichender Annäherung darstellen kann. Bedingung hierbei ist, daß die drei Farben sich zu Weiß ergänzen, und vorteilhaft ist es, wenn sie auf dem Spektrum, wenn man sich das Violett an das Rot angeschlossen denkt, in gleichen Abständen zueinander liegen. Daß man unter gewissen Umständen mit zwei Farben auch auskommen kann, werden wir später sehen, nur darf man dann keine reinen Grundfarben nehmen.

Die Aufnahme der Teilbilder. Die Grundlage der Farbenphotographie auf indirektem Wege, und nur diese kann hier in Betracht kommen¹⁾, schuf Maxwell, indem er 1861 nachwies, daß durch die Projektion

¹⁾ D. R. P. 231.531 oder Franz. Pat. 418.773.

²⁾ D. R. P. 225.438 von Schlochauer und Albert.

¹⁾ Unter direkter Farbenphotographie versteht man die Methoden, bei denen der Farbenstrahl ein ihm gleichfarbiges oder komplementäres Bild unmittelbar erzeugt. Näheres hierüber findet man z. B. Handbuch der Physik von Winkelmann, 2. Aufl.,

von drei in den Grundfarben Rot, Grün und Blau ausgeführten Teilbildern auf einen weißen Schirm ein naturfarbiges Bild entstehen muß. Es handelt sich mithin in erster Linie darum, diese Teilbilder zu erzeugen. Bringt man während der Aufnahme vor die lichtempfindliche Schicht ein rotes Glas oder eine mit rotgefärbter Gelatine überzogene Glasplatte — hier einfach, wenn vielleicht auch nicht ganz logisch als Rotfilter bezeichnet — so wirken auf die Schicht nur die roten Strahlen ein. Es bilden sich also die rein roten Stellen des Objektes in ihren entsprechenden Helligkeitswerten ab. Die anders gefärbten Teile des Objektes wirken nur mit ihrem roten Farbanteil auf die Schicht. Also rein gelbe, grüne und blaue Gegenstände nicht, solche in Mischfarben nur, insoweit in diesen Rot enthalten ist. Für die Aufnahmen hinter dem Grün-, bzw. Blaufilter liegen die Verhältnisse entsprechend. Werden einem so gewonnenen Negativ entsprechende Positive hinter den gleichen Filtern auf eine weiße Wand gleichzeitig oder in sehr rascher zeitlicher Folge projiziert, so müssen sich die drei Teilbilder zu einem naturfarbigen bunten Bild ergänzen. Weil sich hierbei die Wirkungen der einzelnen Farben auf dem Schirme selbst addieren, so bezeichnet man dieses Verfahren als das additive. Es besteht neben diesem noch ein subtraktives Verfahren der Farbenphotographie. Um nach diesem Bilder zu erhalten, müßten die drei Teilbilder jedes für sich in der ihm entsprechenden Farbe angefärbt und im Projektionsapparat übereinander gelegt und gemeinsam projiziert werden. Dieses für den Farbdruck so überaus wertvolle Verfahren hat für die Kinematographie bis jetzt wenigstens keine Bedeutung, wenn gleich es auch bereits für diese vorgeschlagen worden ist¹⁾. In vereinfachter Form findet es sich in einem Vorschlag von E. Witte. Es soll nach diesem als Aufnahmematerial ein mehrschichtiger Film benutzt werden, dessen für die einzelnen Spektralgebiete empfindlichen Teilschichten zum Entwickeln und Kopieren getrennt und späterhin mit Hilfe von Registermarken wieder genau zur Deckung gebracht werden können. Soll etwa nach dem noch näher zu behandelnden Zweifarbenverfahren gearbeitet werden, so müßte der Negativfilm aus zwei trennbaren Schichten bestehen, deren eine für Orange und deren andere für Blau empfindlich wäre. Die zwischen beiden Emulsionen liegende Trägerschicht, also zunächst das Zelluloid, müßte so angefärbt sein, daß sie als Farbfilter für die zweite Emulsion wirkt. Beide Schichten werden alsdann getrennt, entwickelt und auf je eine Positivschicht kopiert; hierauf werden die Silberbilder in Farbbilder übergeführt und nunmehr beide unter Berücksichtigung von im Anfang aufgetragenen Registermarken zu einem Bande vereinigt. So einfach das Verfahren scheint, so ist es doch schon aus photochemischen Gründen zurzeit Zukunftsmusik²⁾.

Die Verteilung der Empfindlichkeit über das ganze Spektrum hin ist für die lichtempfindliche Platte wesentlich anders als für das Auge. Es sei nur daran erinnert, daß das Maximum der Empfindlichkeit bei dem Auge im Gelb, bei der photographischen Schicht aber im Blau, bzw. im Ultra-

violett liegt. Dies bedingt, daß bei der Aufnahme die Wirkung im Blau geschwächt werden muß und daß bei den Filtern für die Vorführung andere Töne benutzt werden müssen als für die Aufnahme. Außerdem sei noch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die tatsächlich zur Verfügung stehenden Filter keineswegs nur für ein enges Spektralgebiet durchlässig sind, daß sie sich vielmehr gegenseitig übergreifen. So benutzt man zur Aufnahme ein Rotfilter, das auch Gelb durchläßt, also in Wirklichkeit Orangefarben ist, und als Grünfilter ein solches, das neben Grün auch für Gelb und Blaugrün durchlässig ist. Die Töne selbst sind verschieden je nach der Empfindlichkeit der benutzten Films für die einzelnen Spektralgebiete. Auf diese in die Photochemie überspielenden Verhältnisse kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden¹⁾.

Die Teilbilder werden gleichzeitig hergestellt. Die bis jetzt geschilderten Bedingungen zur Herstellung naturfarbiger Bilder führen zunächst dazu, die drei Teilbilder gleichzeitig herzustellen und späterhin gleichzeitig vorzuführen. Es hat dies den großen Vorzug, daß die Teilfarbbilder genau gleiche Bewegungszustände des aufgenommenen Objektes darstellen, daß sich also die Bilder bei der Wiedergabe genau decken. An sich notwendig ist diese Bedingung nicht. Denn bringt man die Teilfarbbilder in so rascher zeitlicher Folge, daß das erste Teilfarbbild im Beobachter noch nicht völlig abgeklungen ist, wenn das dritte zu wirken beginnt, so verschmelzen sie ebenso zu einem bunten Bild, als würden sie gleichzeitig wahrgenommen. Außerdem kann die Belichtungsdauer jedes der Teilfarbbilder, und dies ist besonders für die roten und grünen Bilder sehr wichtig, hier so lange genommen werden, wie dies bei den Einfarbenapparaten gebräuchlich ist. Nachteilig ist bei dieser Methode, daß man zu breiteren Bildbändern oder zu größeren Hubhöhen bei der Fortschaltung übergehen muß, als man bei der Schwarzweißkinematographie anzuwenden pflegt, falls man nicht unter das übliche Maß des Bildfeldes herabgehen will; außerdem muß man, will man bei der Aufnahme späterhin störend sich bemerkbar machende stereoskopische Effekte vermeiden, zu besondern, zuweilen nicht einfachen Hilfsmitteln greifen.

Für die drei Teilfarbenaufnahmen bedient man sich dreier Objektive, deren Lichteintrittsöffnungen möglichst nahe aneinander gebracht werden, und zwar entweder so, daß die Mitten der Objektive in einer geraden Linie oder in Dreiecksstellung liegen. Im ersten Fall können die Objektive parallel zur Fortschaltrichtung des Bandes angeordnet sein. Dann muß bei jedem Bildwechsel das Band um drei Bildhöhen weiterschaltet werden, man kann aber die gebräuchlichen Bildbänder benutzen und kommt an dem Apparat selbst mit geringen Änderungen am Greifer aus²⁾. Liegen die Objektivmitten in einer zur Bildbandfortschaltung senkrechten Richtung, so kommen

¹⁾ Siehe z. B. Handbuch der Physik a. a. o. S. 872 ff.; Hübl, Die Dreifarbenphotographie.

²⁾ Z. B. D. R. P. 203.110 von Christensen. Hier findet sich auch der Vorschlag, bei der Aufnahme nichtachromatisierte Herschelsche Doppellinsen zu benutzen, deren Brennweiten so gewählt sind, daß die drei Bilder bei gleichem Abstand zwischen Objektiv und Film gleich sind. Man gewinnt dann an Helligkeit, ohne daß bei dem geringen, jedem Objektiv durch das betreffende Filter zukommenden Spektralbereich an Bildschärfe eine störende Einbuße eintritt.

VI. Band, 2. Hälfte, S. 869 ff. Das Lippmannverfahren der Kinematographie dienstbar zu machen schlug A. Sauve vor; vgl. Franz. Pat. 402.650.

¹⁾ Franz. Pat. 395.981 von Redon de Colombier.

²⁾ D. R. P. 219.661.

auf dem Bande drei Bilder nebeneinander zu liegen; das Band muß mithin, falls das Bildfeld die gebräuchlichen Dimensionen haben soll, die dreifache Breite haben, allerdings bei einfacher Fortschalthöhe. Hier bietet nun die Dreieckstellung wesentliche Vorzüge, denn zu breite Bänder ergeben Schwierigkeiten bei der Bildbandführung; besonders günstig ist diese Stellung aber hinsichtlich des geringern stereoskopischen Effektes, da sie gestattet, die Objektivachsen wesentlich näher zu bringen als die Stellung in gerader Linie.

Nach einem Vorschlag von E. Maurich¹⁾ werden die Bilder schachbrettartig angeordnet. In Abb. 83 stellen A und E Objektivsysteme dar,

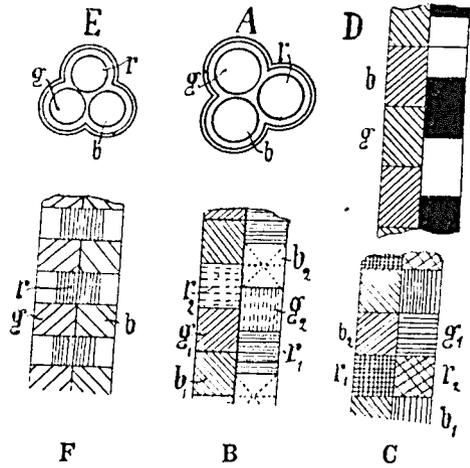


Abb. 83.

deren jedes aus drei Einzelobjektiven besteht. Es bedeuten hier die Buchstaben *r, g, b*, daß das betreffende Objektiv zur Aufnahme des roten, bzw. grünen und blauen Teilbildes dient. Bei B, C, D und F sind Bildbänder dargestellt, und zwar sind hier die Teilbilder mit den Buchstaben *r, g* und *b* bezeichnet. Bei quadratischer Form der Bildfelder kann man den Abstand der Objektivmitten gleich machen. Hat das Objektiv die Anordnung nach E, so liegen die Bilder wie auf Band F. Es bleibt hier ein Viertel des Bandes ungenutzt. Es wird hierdurch ermöglicht, die Fortschaltung gleich zwei Bildhöhen zu machen. Will man das Band ganz ausnutzen, ohne den geringen Abstand der Objektiv

¹⁾ Franz. Pat. 444.232.

Will man voll ausnutzen, so muß man wieder um drei Bildfelder schalten, ähnlich wie bei dem Bande unter B.

Bereits Christensen¹⁾ hatte vorgeschlagen, bei in gerader Linie angeordneten Objektiven auf die übliche kreisrunde Öffnung zu verzichten, um die Objektive näher aneinanderzurücken. Von diesem Kunstgriff macht auch P. Ulysse für die Dreieckstellung der Teilobjektive Gebrauch, und zwar in Verbindung mit einem Bildband, das drei Zeilen von kleinen Bildfeldern nebeneinander aufweist²⁾. Abb. 84 zeigt einen Schnitt durch die Optik des Apparates nach der Linie 5..5 in Abb. 85. Die von der Lichtquelle *L* ausgehenden Strahlen



Abb. 84.

treten durch den Kondensator *K*, dessen Strahlenbündel entsprechend den freien Öffnungen der drei Teilobjektive *O₁, O₂, O₃* ausgenutzt werden. Die Objektive sind so zueinander justiert, daß ihre Bilder auf dem Bildschirm sich decken. Abb. 85 zeigt zwei Objektivanordnungen und zwei Bildbänder. Die lichte Weite der Teilobjektive kann bei allen dreien gleich oder verschieden sein, wobei das Objektiv mit größter Öffnung für die wenig wirksamen roten Strahlen benutzt wird. Die drei Bildfelder auf dem Film nebeneinander gestatten dessen völlige Ausnutzung bei einmaligem Durchgang durch den Apparat und machen die bei dem Apparat von Maurich erforderlichen besonderen Maßnahmen, wie Umdrehen des ganzen Objectives und zweimaligen Durchgang des Bandes überflüssig.

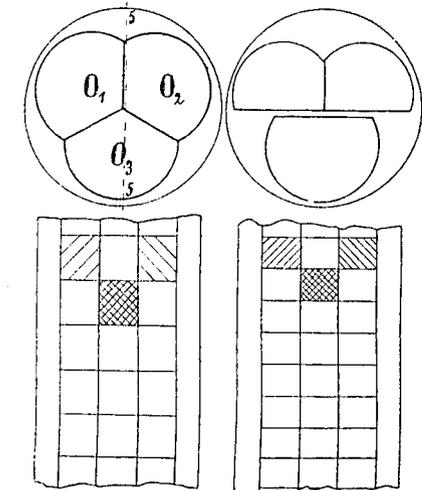


Abb. 85.

Zerlegung im Objektiv. Es ist möglich, die durch ein Objektiv eintretenden Strahlen durch passende Anordnung mehrerer reflektierender Flächen zu zerlegen und jedes dieser Teilstrahlenbündel zur Herstellung eines Teilfarbenbildes zu benutzen, ohne den Vorteil der Gleichzeitigkeit für alle Aufnahmen aufzugeben. Eine von Egrot vorgeschlagene Anordnung gestattet außerdem noch für die weniger wirksamen roten Strahlen die Zeit auszunutzen, welche für die Aufnahme des grünen und blauen Bildes zusammen zur Verfügung steht; allerdings wird dies nur dadurch erreicht, daß zwei Bildbänder bei der Aufnahme angewandt werden³⁾. Das von dem Objektiv *O* (Abb. 86) kommende Strahlenbündel fällt auf die beiden

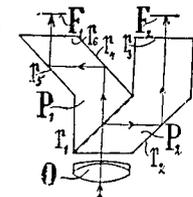


Abb. 86.

¹⁾ D. R. P. 203.110.

²⁾ Französ. Zus. Pat. 12.942 zu 398.220 und Brit. Pat. 17.872 vom J. 1910.

³⁾ Französ. Pat. 412.498.

Glasprismen P_1 und P_2 . Die eine Fläche p_1 von P_1 ist streifenweise zur Hälfte versilbert; das auf die Silberstreifen auffallende Strahlenbündel wird nach rechts reflektiert, an der Fläche p_2 nochmals reflektiert und tritt durch p_3 aus. Das auf die nicht versilberten Streifen fallende Bündel wird bei p_4 und p_5 reflektiert und tritt durch p_6 aus. Die beiden Filme F_1 und F_2 werden durch das Schaltwerk absatzweise so geschaltet, daß der Film F_1 , vor dem ein Rotfilter angebracht ist, so lange steht, als F_2 für die Grün- und Blaufilter und die dazwischen liegende Dunkelpause gebraucht. Als Grün- und Blaufilter dienen in die Öffnungen des Verschlusses eingebaute Farbscheiben.

Weitergebildet ist dies Prinzip der Teilung der Strahlen im Objektiv, das für die Zwecke der Farbenphotographie ruhender Objekte in den verschiedensten Ausführungsformen vorgeschlagen worden ist, in einem Apparat von R. Berthon und M. Audibert¹⁾. Hier wird wieder nur ein Film benutzt und die verschiedene Wirksamkeit der einzelnen Strahlen dadurch ausgeglichen, daß die freien Querschnitte der einzelnen Bündel umgekehrt proportional der Aktinität der betreffenden Strahlen genommen werden.

A ist das Hauptobjektiv (Abb. 87), das in seinem optischen Zentrum mit konzentrischen Prismen a, a^1, a^2 versehen ist. a ist das mittlere Prisma;

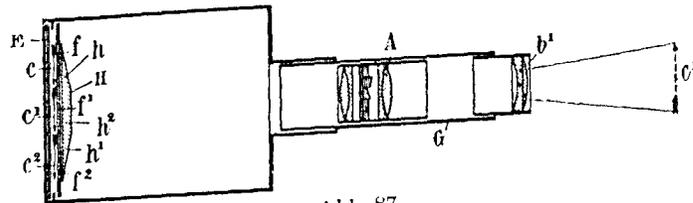


Abb. 87.

a^1 ist ein ringförmiges Prisma, das eine Neigung besitzt, die der des Mittelprismas entgegengesetzt gleich ist; a^2 ist ein Glasring mit parallelen Flächen, der die Randstrahlen ohne Abweichung durchgehen läßt. Alle drei Teile sind auf eine Glasscheibe a^3 mit parallelen Flächen aufgekittet. (Abb. 88) Die Prismen können ersetzt werden durch Spiegel, die geneigt angeordnet sind zwischen den beiden Objektivhälften, deren Achsen einen Winkel von 45° mit einander bilden. Es muß dann der eine Spiegel um 45° gegen die Achse des Apparates geneigt sein, die anderen etwas mehr, bzw. etwas weniger. Die lichtempfindliche Schicht ist in diesem Falle parallel zur Achse der vorderen Objektivhälfte anzuordnen.

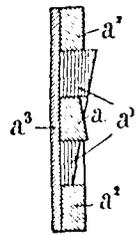


Abb. 88.

Vor dem Hauptobjektiv A befindet sich ein zweites Objektiv B , das negativ ist, ähnlich wie der sogenannte Ansatz der Teleskopobjektive. Dieses Objektiv ist dazu bestimmt, im Raume bei C^1 ein virtuelles Bild zu geben. Das Objektiv muß eine genügend große Öffnung besitzen, damit das Bild C^1 , vom Objektiv A aus gesehen, sich vollkommen in dem Lichtkegel befindet, der vom Objektiv A zum Objektiv B sich erstreckt. E bezeichnet die lichtempfindliche Schicht, auf welcher sich die

¹⁾ Französ. Pat. 434.002 nebst den Zusätzen 15.006, 15.048 und 15.191, der Hauptsache nach auch in D. R. P. 248.188.

drei nebeneinanderliegenden Bilder c, c^1, c^2 bilden. Vor der lichtempfindlichen Schicht sind drei Lichtfilter in den Grundfarben rot f , grün f^1 , blau f^2 angebracht. Diese Filter können fortfallen, wenn man Prismen oder Spiegel verwendet, die in denselben Farben gefärbt sind. Um die günstigsten Verhältnisse hinsichtlich der Ausnutzung der Linsen zu haben, wird der mittlere und kleinste Teil a der Prismenplatte für die blauen, der Ring a^1 für die grünen und der Ring a^2 für die roten Strahlen gewählt. Vor die lichtempfindliche Schicht, nahezu in Berührung mit ihr, kann man Prismen H anordnen mit Seitenflächen h, h^1 , die umgekehrt gerichtet sind wie diejenigen Flächen, die die entsprechenden Bilder hervorgerufen haben. Eine planparallele Glasfläche h^2 liegt vor dem ohne Ablenkung entstandenen Bilde und gleicht die durch die Prismen h, h^1 hervorgerufene Verschiebung der Bildweite für das mittlere Bild aus.

Die Teilbilder werden nacheinander hergestellt. Es ist nun nicht notwendig, die Teilfarbenbilder genau gleichzeitig aufzunehmen und vorzuführen; man kann sich vielmehr damit begnügen, die einzelnen Teilfarbenbilder einander folgen zu lassen; der Vorgang der Verschmelzung zu einem bunten Bild erfolgt dann erst im Gehirne des Beobachters genau so, wie die Verschmelzung der Bewegungsvorgänge erst dort vor sich geht. Es ist so möglich, mit einem Objektiv auszukommen, mithin den störenden Stereoeffekt zu vermeiden, ohne die Teilung der Farben durch zwischengeschaltete Prismen oder Spiegel nehmen zu müssen.

Die einfachste Form hat diesen Apparaten Isensee gegeben; es sollte eine Verschlussblende mit drei Öffnungen und drei Abdecksektoren benutzt werden. Jede der drei Öffnungen sollte mit einer Glas-(Farbgelatine-)Platte bedeckt werden, je eine in jeder Grundfarbe, rot, grün und blau. Läßt man nun das Kinowerk, bei dem drei Bandfortschaltungen auf einen Blendenumlauf kommen, mit annähernd der dreifachen Geschwindigkeit eines Schwarzweißapparates laufen und verfügt man über einen hinreichend empfindlichen panchromatischen Film, so erhält man Teilnegative für die entsprechenden Farben¹⁾. Friese-Greene schlug statt der rotierenden Farbfiler in Scheibenform endlose Filterbänder aus Zelluloid

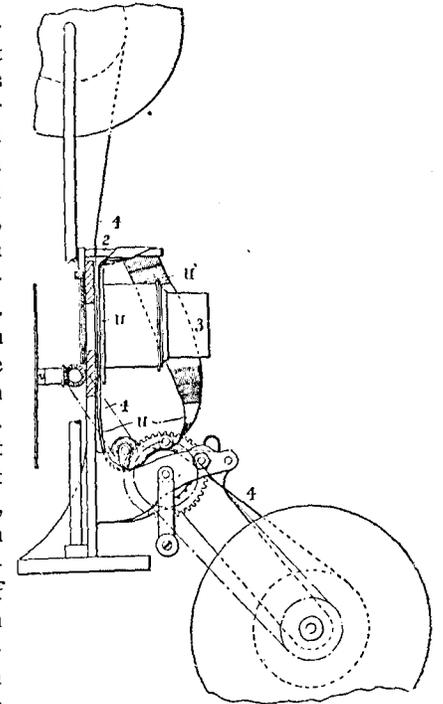


Abb. 89.

¹⁾ D. R. P. 98.799; ähnlich Amerik. Pat. 645.477 und Brit. Pat. 6202 vom J. 1899 von F. M. Lee & E. R. Turner.

vor, bei denen Felder von der Größe der Bildfelder der photographischen Films in den drei Grundfarben miteinander abwechseln. Beide Bänder werden durch ein Werk gemeinsam geschaltet. Es hat dies den Vorteil, daß keiner der von den Lichtstrahlen durchsetzten Teile während der Belichtung, bzw. der Projektion, in Bewegung ist¹⁾. In Abb. 89 bedeutet 4 das Positivbildband eines Vorführungs kinematographen, das mittels des Objektives 3 projiziert wird; *u* ist das endlose Filterband, welches durch das Fortschaltwerk gleichzeitig mit dem Bildband absatzweise an dem Bildfenster vorbeigeführt wird. Durch die Schiene 2 wird das Filterband so geschränkt, daß es in einer Schleife neben dem Objektiv vorbeiläuft.

Projektion der Teilbilder. Bereits Lee hatte angeregt, jedes der drei zu einer Farbtriade gehörigen Teilfarbbilder nicht nur einmal, sondern dreimal vorzuführen, aber stets drei Bilder zu gleicher Zeit. Es sollte dies in der Weise geschehen, daß ein großer Kondensator gleichzeitig drei übereinanderliegende Bildfelder beleuchtet. Jedem der Bildfelder sei ein besonderes Objektiv zugeordnet. Als Verschuß dient hier eine rotierende Kreisscheibe, auf der jeder der drei Sektoren in drei konzentrischen Feldern jede der Grundfarben einmal, aber in der Weise zeigt, daß in dem einen Sektor von innen nach außen die Farbfolge Rot, Grün, Blau, im folgenden Grün, Blau, Rot und im letzten Blau, Rot, Grün ist. Es wird dann zunächst z. B. projiziert, wenn die Nummern die Bilder bedeuten:

Rot X,	Grün X,	Blau X,	dann
Grün X,	Blau X,	Rot XI,	hierauf
Blau X,	Rot XI,	Grün XI	und alsdann
Rot XI,	Grün XI,	Blau XI	usw. ²⁾

Es ließe sich dieses Verfahren natürlich auch bei Filterbändern statt der Filterscheiben anwenden. Es hat den Vorteil, daß hier gleichzeitig alle Farben wahrgenommen werden, ohne daß deshalb die Aufnahmen mittels mehrerer Objektive gemacht werden müssen und ohne daß die Fortschaltung jedesmal um drei Bildhöhen erfolgen muß oder besonders breite Bildbänder notwendig wären. Um nun besser durchbelichtete Negative zu erhalten, kann man die bei der Herstellung von Teilfarbnegativen unvermeidlichen Lichtverluste in etwas dadurch ausgleichen, daß man drei möglichst dicht aneinander gedrängte Objektive benutzt, aber in den Strahlengang von zwei Prismen oder Spiegel so einschaltet, daß die Bilder auf einem Bildfeld entstehen. Dieses empfängt so fast die dreifache Lichtmenge. Abb. 90 zeigt schematisch zwei Aufnahmeapparate und Abb. 91 einen Vorführungsapparat der Continental Film Kompagni

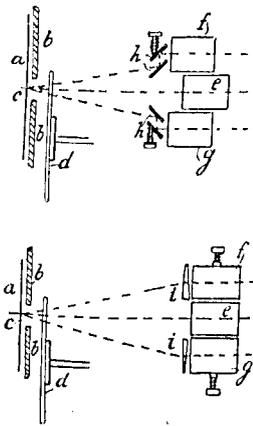


Abb. 90.

in Kopenhagen¹⁾. *e, f, g* sind drei identische Objektive; die Spiegel *h*, bzw. die Prismen *i* lenken die Strahlen der beiden Außenobjektive so ab, daß in dem Bildfenster *b* nur ein Bild bei *c* auf dem Film *a* entsteht. Die Verschlussscheibe *d* hat drei einfache Farbsektoren. Die so gewonnenen Negative werden nun kopiert und man kann die Bildfelder, um rotierende FarbfILTER zu vermeiden, durch Druck jedes

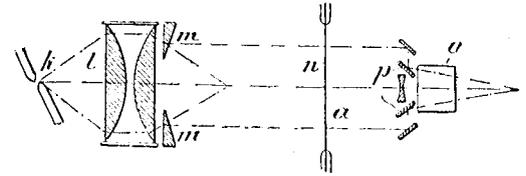


Abb. 91.

in der ihm zugehörigen Farbe anfärben, so daß das Band schwarze Silberbilder auf rotem, bzw. grünem und blauem Grund zeigt. Das Bildfenster *u* des Projektionsapparates (Abb. 91) hat die Höhe von drei Bildern. Die Spiegel *p* oder statt dessen auch Prismen leiten die Bilder der äußeren Bildfelder dem Objektiv *o* so zu, daß von allen dreien ein Bild auf dem Schirm entsteht. Eine in das mittlere Strahlenbündel eingeschaltete Negativlinse gleicht die durch die Spiegelung entstehende Wegverlängerung der seitlichen Bündel aus. Statt die Positivbänder zu färben, kann man natürlich auch rotierende Filter verwenden.

Ein solches zeigt Abb. 92, bei dem für die drei Grundfarben sechs voneinander getrennte Filterfelder vorhanden sind. Die aufeinander folgenden Felder bilden drei Paare. Innerhalb jedes Paares oder jedes Hauptfeldes ist die Farbenanordnung dieselbe, während dagegen die Farben in jedem der aufeinander folgenden Paare oder Hauptfelder um eine Streifenbreite verschoben sind, so daß die vorbeigeführten Bilder allmählich durch jede der drei Grundfarben beleuchtet werden. Es hat sich nun für die Schärfe der Umrisse der bewegten Bilder einerseits und die Beseitigung des Ruckweises in der Bewegung der Bilder andererseits als vorteilhaft erwiesen, jedes zu einem Bilde gehörige, aus drei Farbfeldern bestehende Blendenfeld durch ein oder mehrere schmale Bänder zu unterteilen und in diesen Bändern Öffnungen anzubringen, um die dahinterliegenden Bilder ohne vorgeschaltetes FarbfILTER, also als Schwarz-Weißbilder zu projizieren. Es schiebt sich so auf dem Schirm zwischen je zwei durch die Projektion von drei Teilbildern in gleicher Farbfolge gewonnene Mischfarbener Bilder ein schwarzweißes Bild ein, das hinsichtlich der Umrisse übereinstimmt mit einem der zuvor und darnach projizierten Teilfarbener Bilder.

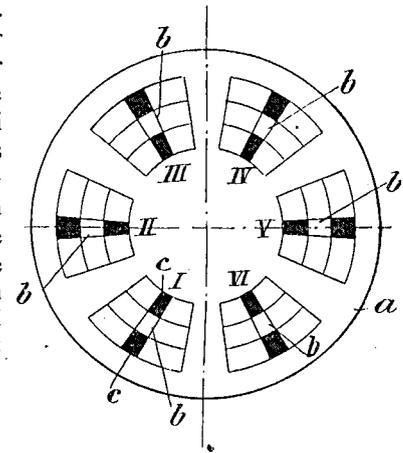


Abb. 92.

¹⁾ Brit. Pat. 11.791 vom J. 1908 oder Österr. Pat. 41.217.
²⁾ Brit. Pat. 6202 vom J. 1899. Auch Gaumont wendet dies Verfahren an, siehe Französ. Pat. 437.173; u. a. m.

¹⁾ Französ. Pat. Schr. 411.557; geteilt auch in D. R. P. 231.526, 234.775, 237.423.

Die Blende *a* hat sechs getrennte Felder I, II, III, IV, V und VI. Jedes von diesen ist in drei konzentrische Streifen geteilt, die je in einer der drei Grundfarben, z. B. rot, grün, violett, gefärbt sind. Bei den Feldern I und II ist die Farbenanordnung von außen nach innen: rot, grün, violett, und bei den Feldern III und IV: grün, violett, rot und bei den Feldern V und VI: violett, rot, grün. Jedes der Felder ist durch einen schmalen Sektor in zwei Teilfelder zerlegt. Diese Sektoren haben als Verbindung zwischen zwei gleichfarbigen konzentrischen Streifen, z. B. in der Mitte eine Öffnung, durch welche das dahinterliegende Bild, ohne daß ein Farbfilter vorgeschaltet ist, also nur von weißem Lichte beleuchtet, sichtbar ist¹⁾.

Mit diesen, zunächst auffallend erscheinenden Maßnahmen stimmt nun überein, was Maurich²⁾ & Friese-Greene³⁾ gefunden haben. Es wird nämlich bei Farbbildern das Flimmern vermieden und das Zusammenfließen der Farben erleichtert, wenn man die Dunkelpause nach der Vorführung der zu einem farbigen Gesamtbild gehörigen drei Teilbilder größer macht als die Dunkelpause nach jedem einzelnen Teilbild. Es werden so — um es kurz auszudrücken — die Teilbilder gleichsam zusammengefaßt, doch ist eine auch nur einigermaßen befriedigende Erklärung für diese zunächst sehr befremdende Erscheinung bis jetzt noch nicht gegeben. Friese-Greene schaltet nach den sich ergänzenden Teilfarbbildern ein mehr oder weniger „dunkles“ Bild ein, d. h. ein hinter einem strengen Graufilter aufgenommenes und bei der Vorführung demgemäß nur sehr dunkel erscheinendes Schwarzweißbild ein und gibt an, dadurch eine wesentliche Verbesserung der Bilder erzielt zu haben. Vorteilhaft werden hier die Positive auf dem Bildband selbst durch Druck mit den ihnen zukommenden Farben versehen, so daß die kreisende Farbblende wegfällt. Das Graubild, das nur an den hellsten Stellen Licht durchläßt, bleibt natürlich ungefärbt.

Sollen mehrere Bilder auf eine Stelle des Projektionsschirmes geworfen werden, so bedarf es besonderer Hilfsmittel, um die Objektive oder Spiegel und Prismen zu justieren. Es sei hier nur die Einrichtung von Gaumont kurz erwähnt⁴⁾. In einem rechteckigen Rahmen *F* (Abb. 93) sind die drei flach beschnittenen Objektive *A*, *B*, *C* gelagert, und zwar das mittlere fest, die beiden andern einstellbar. Die Objektive *A* und *C* können in den beiden Rahmen *D*, bzw. *E* um die vertikalen Achsen *a*, bzw. *b* geschwungen und durch die Schrauben *H* festgestellt werden. Die Rahmen selbst können gehoben und gesenkt und um die Achsen *c*, bzw. *d* gedreht werden; zur Feststellung dienen hier die Schrauben *G*.

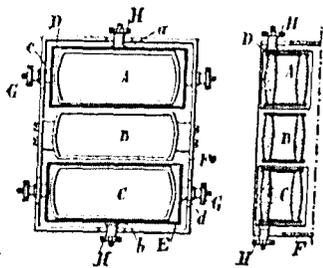


Abb. 93.

Kinemakolor. Bis jetzt ist von allen additiven Farbenverfahren nur

¹⁾ D. R. P. 242.101.

²⁾ D. R. P. 239.382.

³⁾ Brit. Pat. 26.927 vom J. 1910 oder Französ. Pat. 436.540.

⁴⁾ Französ. Pat. 437.173. Eine Einstellung der Objektive auf richtigen Abstand mittels Schrauben mit Rechts- und Linksgewinde beschreibt L. Chéron in Französ. Pat. 399.250.

eines an die breite Öffentlichkeit getreten, und zwar das Zweifarbenverfahren von G. A. Smith, das unter dem Namen Kinemakolor zuerst in London und neuerdings auch in anderen Städten (im Sommer 1912 in Berlin) vorgeführt worden ist und berechtigtes Aufsehen erregt hat¹⁾. Die Aufnahme geschieht mit einem Rotfilter, das rotes und gelbes Licht, und einem Grünfilter, das ziemlich viel Blau und etwas Gelb hindurchläßt. Die Vorführung erfolgt gleichfalls durch rote und grünblaue Filter, und zwar wird die Abstimmung auf reines Weiß dadurch bewirkt, daß das Grünfilter durch ein Zusatzfilter abgedunkelt wird²⁾. Die Aufnahmen erfolgen mittels eines Bandes, auf dem die roten und grünen Aufnahmen miteinander in einer Reihe abwechseln. Das Positivband ist ebenso angeordnet. Die Rot- und Grünbilder sind durch Dunkelpausen voneinander getrennt. Die Abdeckblende des Vorführungsapparates hat an der während des Bildwechsels im Strahlenkegel eingeschalteten Stelle eine blauviolette Mattscheibe, so daß also während der Dunkelpausen der Projektionsschirm einen schwachen Schimmer dieser Farbe, die den Bildern ja eigentlich fehlt, aussendet³⁾. Es werden in der Sekunde etwa 30 Aufnahmen gemacht; wegen der roten Bilder eignen sich mithin nur Objekte mit sehr guter Beleuchtung zur Aufnahme, diese werden aber in überraschend guter Weise wiedergegeben, und zwar sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß tatsächlich auch blaue Töne (Himmel, Meer) weit besser herauskommen, als man erwarten sollte. Störend wirken im Vordergrund befindliche rasch bewegte weiße Bildteile. Es kann z. B. vorkommen, daß ein weißer Ärmel, solange die betreffende Person den Arm mäßig rasch bewegt, vollkommen richtig wiedergegeben wird; fängt der Arm aber an heftig bewegt zu werden, so zeigt der Ärmel harlekinartige Streifen in Rot und Grün an den Rändern. Es deckt sich dann das helle Rot des einen Bildes nicht mehr mit dem hellen Grün des vorhergehenden Bildes und man sieht mithin beide Streifen getrennt. So können die glänzend lackierten Streifen auf den Speichen eines rollenden Wagenrades als rote und grüne Speichen dargestellt werden und was der ähnlichen Scherze mehr sind. Dies sind Fehler, welche unvermeidlich sind, falls man nicht die beiden Teilfarbbilder gleichzeitig aufnimmt. Dann aber muß man so weit als irgend möglich vermeiden, daß die beiden Bilder gegeneinander stereoskopische Abweichungen zeigen. Man muß also die Eintrittsöffnungen der alsdann notwendig werdenden zwei oder drei Objektive so nahe aneinanderbringen, als eben möglich, oder man muß mit einem Objektiv arbeiten und die Strahlen erst hinter diesem in ihre Teilfarbenbündel zerlegen. An dieser Stelle erscheint das Kinemakolorverfahren verbesserungsfähig und -bedürftig, im übrigen aber leistet es, was man von ihm nur billigerweise erwarten kann. Ob es sich aus wirtschaftlichen Gründen schon bald wird durchsetzen können, das ist eine Frage, deren Beantwortung man der Zukunft überlassen muß.

Um mit einem Kinemakolorapparat neben den bunten Bildern auch Schwarzweißbilder vorführen zu können, ist der Verschluss aus zwei Teilen hergestellt, die auf einer Achse sitzen. Der eine Teil enthält die beiden

¹⁾ D. R. P. 200.128; Brit. Pat. 26.671 vom J. 1906; Französ. Pat. 376.837.

²⁾ Cassels Encyclopaedia of Photography, London 1911, Seite 317.

³⁾ La Nature Nr. 2022 vom 24. Februar 1912, Seite 214.

schmalen Abdecksektoren, der andere die beiden breiten Farbsektoren, während der den Abdecksektoren entsprechende Raum auf ihm ausgespart ist. Der erstgenannte Teil sitzt auf der Achse fest, der andere kann durch eine Kupplung mit der Achse verbunden, aber auch so ausgerückt werden, daß eines seiner freien Felder gerade vor dem Bildfenster steht. Dann tritt nur der die Abdeckflügel enthaltende Verschußteil bei jedem Bildwechsel vor das Bildfeld und der Apparat gibt mit einem gewöhnlichen Bande Schwarzweißbilder¹⁾.

Einlegemarken. Bei jedem der Mehrfarbenverfahren ist es notwendig, das positive Bildband so einzulegen, daß das einer bestimmten Farbe zugehörige Teilbild dann im Bildfenster steht, wenn die entsprechende Farbscheibe des Verdunklers im Strahlengang sich befindet. Um diese Einstellung für den Vorführer zu erleichtern, kann man am Rande immer neben den Bildern einer Farbe, etwa neben den sogenannten Rotbildern, besondere Lochungen anbringen, die in Sperrzähne am Bildfenster eingreifen. Diese Sperrzähne werden beim Schließen des Bildfensters zurückgedrängt, so daß der Film bei geschlossenem Bildfenster trotzdem vom Schaltwerk ungehindert weiterbewegt werden kann. Es ist bei diesem Apparat dann nur nötig, vor dem Einführen des Bandes das Werk jedesmal so zu drehen, daß die Verdunklerscheibe mit einer bestimmten Grundfarbe vor dem Bildfenster steht²⁾.

Elementarraster. Theoretisch läßt sich jedes Mehrfarben-Linien- oder Punktraster zur Herstellung von Kinematographien benutzen; beschränkt wird aber diese Möglichkeit durch die Tatsache, daß man die Positive sehr stark vergrößern muß; solche Vergrößerungen lassen aber die zurzeit bekannten Raster nicht zu, ohne daß dabei die einzelnen Rasterelemente störend wirken. Es sind mithin die Vorschläge zur Benutzung solcher Rasterbänder, wie sie etwa nach dem Kraynschen Verfahren (N. P. G.) hergestellt werden könnten, Vorschläge geblieben, ganz abgesehen davon, daß der fabrikmäßigen Herstellung der Bänder sich große, wohl unüberwindliche Schwierigkeiten entgegengestellt haben³⁾.

¹⁾ Amerik. Pat. 944.960.

²⁾ D. R. P. 244.943 von H. Royston.

³⁾ Eders Jahrbuch 1908, Seite 412, Phot. Industrie 1907, Seite 1249; D. R. P. 167.232, 167.613; Österr. Pat. 41.834 Mosaik-Rasterfilm nach Brasseur.

XI. Räumlich erscheinende Bilder.

Jede Abbildung eines räumlichen Gegenstandes durch eine Linse entbehrt an sich der Plastik. Ist so das durch das Objektiv auf dem Film erzeugte Bild flächenhaft, so muß es erst recht das von diesem auf dem Projektionsschirm entstehende Bild sein. Gleichwohl haben wir bei vielen kinematographischen Vorführungen deutlich den Eindruck, daß das über den Schirm huschende Bild körperlich sei. Wir haben es hier nicht mit der wahren stereoskopischen Wirkung zu tun, sondern mit einer nur scheinbaren Stereoskopie, die wir wohl als pseudostereoskopischen Effekt bezeichnen dürfen.

Wir bekommen den Eindruck des Räumlichen dann, wenn wir wahrnehmen, daß ein Gegenstand weiter von uns entfernt ist als ein anderer. Im allgemeinen ist es, wie wir später sehen werden, zum stereoskopischen Sehen ruhender Körper in der allen mit normalen Sinnen ausgestatteten Menschen möglichen Weise erforderlich, daß der betreffende Gegenstand gleichzeitig von zwei in merklichem Abstand voneinander befindlichen Punkten, kurz gesagt, mit zwei Augen gesehen wird. Aber auch der einäugige Polyphem kann räumliche Gebilde von flächenhaften unterscheiden; er muß sein eines Auge um den Gegenstand herum bewegen. Dann wandern die entfernter gelegenen Körper in gleicher, die näher gelegenen aber vor jenen in entgegengesetzter Richtung. Es sind dies die bekanntesten Erscheinungen, welche sich dem in dem Eisenbahnzug Fahrenden bieten. Die Landschaft scheint sich um einen hinreichend weit entfernten anvisierten Punkt zu drehen, und zwar in der Weise, daß alles, was vor dem anvisierten Punkt liegt, entgegen der Fahrtrichtung, und was hinter diesem liegt, mit ihr läuft. Die Geschwindigkeit dieses Drehens ist ein direktes Maß für den Tiefenabstand der einzelnen Gegenstände.

Ist nun eine kinematographische Aufnahme mit bewegter Kamera gemacht worden, so muß das Projektionsbild genau diese Wanderung der in den verschiedenen Tiefenebenen gelegenen Gegenstände zeigen, das Bild muß räumlich wirken.

Pseudostereoskopischer Effekt. Man erzielt solche Aufnahmen stets dann, wenn der Apparat auf einem Wagen, einem Schiff, einem Luftballon sich befindet und vor verhältnismäßig nicht allzu weit entfernt liegenden Gegenständen vorbeigeführt wird. Der Apparat kann aber auch ortsfest aufgestellt sein und sich drehen. Eine mit stetig um eine vertikale Achse gedrehter Kamera gemachte Kinoaufnahme liefert ein Bild von guter Tiefe natürlich auch nur dann, wenn das Objekt nicht zu weit entfernt liegt und aus Teilen mit beträchtlich verschiedenen Abständen von der

Kamera besteht. Statt der Drehbewegung kann man den Apparat auch in der Geraden sich langsam hin- und herbewegen lassen. Man gewinnt den Eindruck, den man beim Betrachten eines räumlichen Gebildes dann hat, wenn man den Kopf um einige Zentimeter hin- und herbewegt¹⁾. Erscheint es hier schon fraglich, ob der Beschauer bei dem hin- und herschwingenden Bilde zu einem ruhigen Genuß des Dargestellten kommt, so müssen sich die Zweifel noch bestärken bei einem Vorschlag von A. Calchiopulo. Es sollen hierbei Films projiziert werden, auf denen jedes einzelne Bild gegen das vorherige stereoskopisch verschoben ist. Die Aufnahme erfolgt mittels mehrerer (etwa vier) in der Wagerechten nebeneinander liegender Objektive²⁾, die in der Reihenfolge: 1, 2, 3, 4, 3, 4, 2, 1, 2 usw. in Tätigkeit treten³⁾. Es muß meines Erachtens hier ein völlig unscharfes Bild auf dem Projektionsschirm entstehen, falls das Aufnahmeobjekt nicht mit allen seinen Teilen sehr weit, also merklich gleich weit vom Aufnahmeapparat entfernt war. Die sich sehr rasch folgenden, in ihren Umrissen unterschiedenen Teilbilder geben ein Gesamtbild mit verwaschenen Konturen. Anders liegen die Verhältnisse, wenn die Abstände der einzelnen Lichteintrittsöffnungen im Verhältnis zu dem Abstand des Objektes klein und dessen Tiefenausdehnung nicht allzu beträchtlich ist. Dann dürfte tatsächlich ein Bild entstehen, das plastisch wirkt, ohne stereoskopisch im engeren Wortsinne zu sein. Es hängt dies mit folgender Erscheinung zusammen. Man bringe im Objektivbrett einer photographischen Kamera nahe nebeneinander zwei identische Objektive an und justiere beide so, daß ihre optischen Achsen in der Mitte der Mattscheibe sich schneiden. Dann entstehen auf dieser von einer im entsprechenden Abstand gelegenen Ebene zwei sich deckende Bilder, also ein scharfes Bild. Gegenstände, welche vor oder hinter dieser Ebene liegen, zeigen in beiden Bildern eine geringe Verschiebung in Richtung der Verbindungslinie der Objektivmitten. Diese Gegenstände werden also mit einer gewissen Unschärfe abgebildet. Die Gegenstände der Ebene, auf die scharf eingestellt ist, heben sich mithin eben durch ihre Schärfe von allen andern ab. Es entsteht somit eine gewisse Unschärfe im Bild, die sich von der durch unscharfes Einstellen der Linse erzeugten sogenannten „künstlerischen Unschärfe“, die von einer gewissen Kunstrichtung in der Photographie bevorzugt wird, vorteilhaft unterscheidet.

Wir können beim einäugigen Seher aber auch dann den Eindruck des Räumlichen gewinnen, wenn verschiedene Gegenstände, von denen wir wissen, daß sie gleiche Größe haben, unter verschiedenem Winkel also scheinbar verschieden groß erscheinen. Dieses Mittels bedient sich die Malerei, wir bezeichnen es mit dem Worte Perspektive. Bewegen wir uns in der Richtung auf zwei hintereinander liegende Gegenstände, von denen der eine sehr weit von uns entfernt ist, so ändert sich der Winkel, unter dem wir den weitabliegenden Gegenstand sehen, um sehr wenig, während der Winkel, unter dem der nahe Gegenstand erscheint, sehr stark wächst oder abnimmt. Man

¹⁾ Brit. Pat. 12.997 und 13.410 vom J. 1903 von Th. Brown; 4423 vom J. 1905 von H. Moon. — Französ. Pat. 400.512 von R. Warschavsky.

²⁾ Es können auch nur Lichteintrittsöffnungen sein, von denen aus die Strahlen durch Spiegel einem einzigen Objektiv zugeführt werden.

³⁾ Franz. Pat. 426.959. Ähnlich auch E. Červenka in Französ. Pat. 433.262.

kann demgemäß auch bei Aufnahmen, die mit ruhender Kamera gewonnen sind, dann den Eindruck der Tiefe haben, wenn einzelne Gegenstände in dem Bild sich in der Richtung senkrecht zur Bildfläche hin- und herbewegen und voreinander vorbeiwandern. Einer gewissen Tiefenwirkung wird infolgedessen kein einigermaßen günstig aufgenommenes Kinobild entbehren. Es kann aber das hierdurch erreichte den nicht voll befriedigen, der die vollendete Plastik kennt, welche wir beim Betrachten eines mit der stereoskopischen Kamera gewonnenen ruhenden Bildes genießen. Man ist deshalb seit langem bestrebt, stereoskopische Kinobilder zu schaffen.

Stereoskopische Bilder. Stereoskopische Bilder im engen Wortsinne können nur dann entstehen, wenn die durch Aufnahme von zwei Punkten aus gewonnenen Teilbilder so vorgeführt werden, daß das linke Teilbild nur von dem linken Auge, das rechte Teilbild nur von dem rechten Auge gesehen wird. Haben wir es bei ruhenden Stereobildern mit je einem rechten und linken Teilbild zu tun, so bei kinematographischen Stereobildern mit rechten und linken Teilbilderserien. Man erkennt sofort, daß es sich hier darum handelt, die beiden Bildreihen bei der Vorführung voneinander zu trennen. Hierdurch entstehen nun für die Praxis so große Schwierigkeiten, daß das kinematographische Projektionsbild mit stereoskopischem Effekt bis jetzt noch nicht hat aufkommen können.

Aufnahmeapparate. Die Herstellung der Negative erfordert hier entweder einen Doppelapparat oder einen einfachen Apparat mit zwei einem Bildbände zugeordneten Lichteintrittsöffnungen. Über die Doppelapparate für Stereoaufnahmen gilt das oben Seite 113 Gesagte. Einfacher ist die zweite Gattung, die sich von den gewöhnlichen Aufnahmekinos nur durch eine vorgeschaltete Optik unterscheidet, die gestattet, die beiden Strahlenbündel auf ein Band wirken zu lassen.

Abb. 94 zeigt das Schema der Optik eines Aufnahmeapparates nach H. Nachet¹⁾. Der Objektivansatz ist an der Kamera D in einem Auszug zum Film E verschiebbar gelagert. Die Objektive 5 und 6 sitzen verschieblich in Rohren B und C, die wiederum in dem Querstück A verschoben werden können. Es ist so möglich, den seitlichen Abstand der Objektive von der Mittellinie des Apparates zu verändern und bei der Aufnahme weit entfernt liegender Gegenstände Bilder mit verstärkter, d. h. gegenüber dem Augenabstand des Menschen übertriebener Plastik zu erhalten. Die durch die Objektive eintretenden Lichtstrahlen fallen zunächst auf die total reflektierenden Prismen 3, bzw. 4, und werden alsdann dem im Mittelstück befindlichen Glaswürfel 1, 2 zugeworfen. Dieser ist in seiner einen vertikalen Diagonalebene durchgeschnitten, so daß er aus zwei rechtwinkligen

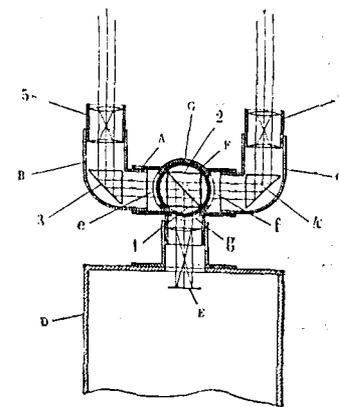


Abb. 94.

¹⁾ Franz. Pat. 432.823; siehe auch franz. Pat. 389.934 von H. Chasles.

Prismen 1 und 2 besteht, deren einander zugekehrte Hypotenusenflächen beiderseits versilbert sind. In der gezeichneten Stellung werden die von dem Objektiv 5 kommenden Strahlen an der Hypotenusenfläche des Prismas 1 nach dem Film hingespiegelt. Der Glaswürfel sitzt, um eine vertikale Achse drehbar, in einer Fassung *G, F*. Wird er entgegen dem Uhrzeiger um 90° gedreht, so reflektiert die Hypotenusenfläche im Prisma 2 die von dem Objektiv 6 aufgenommenen Strahlen nach dem Film. Die Drehung des Würfels erfolgt absatzweise, etwa durch ein Maltesergesperre synchron zur Fortschaltung des Bildbandes. Es wechseln so auf dem Negativband die von den beiden Objektiven erzeugten Bilder, also sogenannte rechte und linke Teilbilder miteinander auf dem Film ab. Die außerdem noch eingeschalteten Linsen 7, 8, 9 wirken folgendermaßen: Linse 7, bzw. 8 liegen zu den Objektiven so, daß sie von den Ebenen, in welchen die Objektive ihre Bilder erzeugen, in Brennweitenabstand entfernt sind. Dann verlaufen die aus den Linsen 7 und 8 austretenden Strahlen parallel, und zwar bis zur Linse 9. Man kann also die Objektive 5 und 6 mit den Linsen 7 und 8 in den Rohren *B* und *C* und diese wiederum in dem Mittelstück *A* verschieben, ohne daß Strahlen an den Prismen seitlich vorbeigehen. Durch die Linse 9 werden die Strahlen wieder konvergent gemacht und die durch die Objektive vor den Linsen 7 und 8 erzeugten Bilder werden in gleicher Größe auf dem Film, und zwar wegen der doppelten Umkehrung aufrecht und seitenrichtig abgebildet.

Diese Vorrichtung läßt sich nun in verschiedener Weise abändern. So kann man, indem man zwei feste, zueinander senkrechte Spiegel in den Strahlengang an Stelle des drehbaren Glaswürfels einschaltet, die beiden Seitenteilbilder gleichzeitig in zwei Reihen auf einem Bande erhalten. Es würde zu weit führen, alle Möglichkeiten hier aufzuzählen.

Projektion der Stereobilder. Die Apparate zur subjektiven Betrachtung räumlich wirkender Stereobilder werden später zu behandeln sein. Sie bieten nicht die Schwierigkeiten, welche bei den Projektionsbildern auftreten. Projiziert man die Reihe der rechten Teilbilder auf eine Wand und gleichzeitig die Reihe der linken Teilbilder auf eine zweite Fläche daneben, so kann man durch gewisse, an sich keineswegs allzu komplizierte optische Hilfsmittel es dahin bringen, daß der Beschauer mit dem rechten Auge nur die rechte und mit dem linken nur die linke Bildreihe sieht und daß die in die Augen eintretenden Strahlen so gerichtet sind, wie dies für das räumliche Sehen mit zwei Augen notwendig ist. Erinnerung man sich aber der Tatsache, daß jeder Beschauer einen solchen Hilfsapparat besitzen muß, daß der Apparat für das Auge des Beschauers eingerichtet sein muß und daß überdies mindestens jede Reihe des Zuschauerraumes (nämlich bei Anordnung der Sitze im Bogen um die Schirmmitte, sonst jeder einzelne Zuschauer) verschieden weit vom Bildschirm entfernt ist, so erkennt man ohne weiteres, daß diese Methode sich zur praktischen Ausnutzung nicht eignet¹⁾. Es steht nun ein zweiter Weg offen, nämlich auf denselben Schirm die rechten und linken Teilbilder abwechselnd zu projizieren und vor jedem Zuschauer einen Verschuß anzubringen, der während der Projektion der rechten Teilbilder

¹⁾ Vgl. franz. Pat. 403.866 von L. A. Cosme.

die linken Augen der Beschauer, und umgekehrt während der Projektion der linken Reihe die rechten Augen abdeckt. Man hat hier zwar auch für jeden Zuschauer einen Verschuß nötig, da aber der Abstand vom Bildschirm belanglos ist, können alle Verschlüsse genau gleich gebaut sein. Man könnte z. B. vor jedem Beschauer eine Blende mit zwei Öffnungen im Augenabstand und je einer elektrisch gesteuerten Klappe anbringen. Die Fortschaltvorrichtung des Kinowerkes muß dann abwechselnd in den Manövern, der die eine, bzw. andere Klappe anhebt, einen Stromstoß senden, so daß jede Öffnung nur so lange offengehalten wird, als das ihr zugeordnete Bild auf dem Schirm sichtbar ist¹⁾. Man hat ferner vorgeschlagen, die beiden Bildreihen mit zueinander senkrecht polarisiertem Licht zu projizieren und jedem Beschauer eine mit zwei Nicolschen Prismen ausgerüstete Brille zu geben. Diese läßt für jedes Auge nur die ihrer Polarisationsebene parallele Strahlung hindurch. Doch setzt dieses Verfahren die Benutzung metallisch reflektierender Bildschirme voraus, außerdem sind die Lichtverluste sehr groß.

Anaglyphen. Wenn es einmal dazu kommen wird, stereoskopische Kinobilder weiteren Kreisen zugänglich zu machen, so dürfte dies wohl nur unter Anwendung des sogenannten anaglyphischen Verfahrens möglich sein, da dieses hinsichtlich der für jeden Beschauer notwendigen Hilfsmittel am einfachsten durchzuführen ist. Malt man mit roter Tinte eine Zeichnung auf weiße Unterlage und betrachtet sie durch ein grünes Glas, so nehmen wir eine schwarze Zeichnung auf grünlich-weißem Untergrund wahr. Betrachten wir dieselbe Zeichnung aber durch ein rotes Glas von gleichem Farbenton, wie ihn die Tinte hat, so verschwindet uns die Zeichnung; denn der weiße Untergrund macht auf unser Auge denselben Eindruck, wie die Zeichnung, diese hebt sich also nicht ab. Halten wir nun vor das rechte Auge ein rotes und vor das linke Auge ein grünes Glas, so nimmt das rechte Auge nur eine gleichmäßig rot beleuchtete Fläche wahr, das linke Auge aber eine schwarze Zeichnung auf grüner Fläche. Da Rot und Grün aber Komplementärfarben sind, ergänzen sich die beiden Untergründe zu einer weißen Fläche, von der sich die Zeichnung, und zwar nur mit dem linken Auge gesehen, in Schwarz abhebt. Projizieren wir mit einem Projektionsapparat abwechselnd ein rotes und ein grünes Bild auf eine weiße Wand und betrachten wir die Bilder mit einer Brille, die links grün und rechts rot gefärbt ist, so schaut das linke Auge nur die roten und das rechte nur die grünen Bilder. Wir trennen also mit Hilfe einer solchen Brille das Farbgewirr in seine Komponenten ohne irgendwelche mechanische Vorrichtungen²⁾.

Man bedarf zur Herstellung von Stereobildern nach dem Anaglyphenverfahren also nur eines rasch laufenden Aufnahmeapparates mit einem Objektivansatz gemäß Abb. 94. Die Vorführung erfolgt auf einem der gebräuchlichen weißen Schirme in auffallendem oder durchfallendem Licht wie bei allen Projektionskinematographen. Nur müssen die Bilder auf dem Positivband abwechselnd in roter und grüner Farbe hergestellt sein. Jeder Zu-

¹⁾ D. R. P. 115.668 Kl 42 h.

²⁾ Zusammenfassend ist das Anaglyphenverfahren für kinematographische Zwecke dargestellt von Boris Weinberg in dessen franz. Pat. 386.264.

schauer erhält ein passend geformtes Pappstück, das zwei Augenöffnungen enthält, deren eine mit roter und deren andere mit grüner Gelatine verdeckt ist.

Zur Herstellung der Farbbilder kann man sich eines der folgenden von der Soc. Gaumont vorgeschlagenen Verfahrens bedienen. Ein Zelluloidband wird auf beiden Seiten mit einer lichtundurchlässigen Zwischenschicht überzogen, die im photographischen Entwickler oder einem anderen in übrigen unschädlichen Bade leicht löslich ist. Alsdann erhält es beiderseits einen Überzug von einer lichtempfindlichen Emulsion. Auf die eine Seite werden nun die Bilder der einen, z. B. der rechten Teilreihe kopiert, und zwar so, daß zwischen je zwei Bildflächen des positiven Bandes ein Feld freibleibt. Die undurchsichtige Zwischenschicht verhindert, daß die Emulsion der Rückseite Licht erhält. Nunmehr wird auf die Rückseite die andere Serie, also hier die linke, in die vorn freigebliebenen Felder kopiert. Alsdann wird das Band beiderseits entwickelt, wobei die Zwischenschicht herausgewaschen wird. Jetzt müssen die Silberbilder in Farbbilder übergeführt werden, wobei jedesmal nur die eine Seite behandelt, die andere aber vor der Einwirkung des Bades geschützt werden muß. Die Färbung muß in zwei zueinander möglichst komplementären Farben erfolgen. Bei dem anderen Verfahren wird zunächst die eine Bandseite mit einer Bichromatschicht überzogen, auf die, wie vorstehend angegeben, eine Bildreihe mit freien Feldern kopiert wird. Diese Bilder werden alsdann entwickelt und gefärbt. Hierauf wird derselbe Prozeß auf der anderen Seite des Bandes mit der anderen Reihe in den freien Feldern wiederholt¹⁾.

Anaglyphische Rasterstereogramme. Zum Schluß sei noch erwähnt, daß man auch in zwei Komplementärfarben angefärbte Rasterstereogramme mit dem gewöhnlichen Kino vorführen und, wie vorstehend beschrieben, durch eine Anaglyphenbrille betrachten kann. Bei diesem von der Deutschen Rastergesellschaft vorgeschlagenen Verfahren sollen auf ein gelatinisiertes Filmband zunächst durch Druckwalzen nebeneinander liegende sehr feine Linien in Fettfarbe aufgedruckt werden. Alsdann färbt man die freiliegenden Gelatinestellen mit Zinnoberschwarz rot an und gerbt diese Stellen in Eisenchloridlösung. Nun wird die Fettfarbe gewaschen und es werden die von dieser bedeckt gewesenen Gelatinestreifen blau gefärbt und gleichfalls gegerbt. Auf die entgegengesetzte Seite des Films kommt die lichtempfindliche Schicht. Hierauf kopiert man durch den Zweifarbraster hindurch zunächst mit rotem Licht die linken Teilbilder eines mit dem Apparat nach Abb. 94 gewonnenen Negatives und alsdann mit blauem Licht auf die gleichen Felder die rechten Teilbilder. Nach dem Entwickeln zeigt dann jedes Bildfeld in Streifen aufgelöst ein aus rechten und linken Bildteilen zusammengesetztes wirres Bild. Werden diese Bilder projiziert und durch die Anaglyphenbrille — die hier mit roten und blauen Filtern zu versehen ist — betrachtet, so sieht jedes Auge wiederum nur das ihm zukommende Teilbild und es entsteht so beim Beschauer der Eindruck des Räumlichen²⁾.

¹⁾ Franz. Pat. 420,163.

²⁾ D. R. P. 242,853.

Apparate für subjektives Betrachten. Will man bei Apparaten zur subjektiven Beobachtung kinematographischer Bilder eine stereoskopische Wirkung erzielen, so sind die Mittel hierzu verhältnismäßig ein-

fach. Man kann z. B. die auf einem Bande nebeneinander liegenden Bilder durch eine kleine Projektionsvorrichtung so auf eine Mattscheibe projizieren, daß die Bildmitten im normalen Augenabstand liegen, und beide Bilder durch ein gewöhnliches Stereoskop betrachten. Das in vielen Schlingen über Rollen 1 (Abb. 95) in einem Kasten 2 geführte Bildband 3 wird durch die Lampe 4 mit Hilfe des Kondensors 5 beleuchtet. Es trägt die beiden Teilbilder in zwei Reihen nebeneinander, so daß im Bildfenster 6 jedesmal die zusammengehörigen rechten und linken Bilder erscheinen. Sie werden durch das Objektiv 7 auf der Mattscheibe 8 abgebildet. Der Spiegel 9 soll die Dimensionen des Apparates verkleinern. Es kann für große Beschauer noch eine zweite Mattscheibe 8' angebracht sein. Der Spiegel 9 kann durch Drehen bis zu einem Anschlag so gestellt werden, daß die Bilder auf die obere Mattscheibe projiziert werden. Vor jeder Mattscheibe sind zwei, mit ihren Mitten um den Augenabstand voneinander entfernte Konvexgläser 10 (bzw. 10' vor der oberen Scheibe) angebracht, durch welche der Beschauer, nachdem er das Triebwerk 11 durch Einwerfen eines Geldstückes für einmaligen Ablauf des Bildbandes freigegeben und die Lampe für die entsprechende Dauer zum Brennen gebracht hat, in den Kasten hineinblickt.¹⁾ Es ist übrigens die Verwendung der Mattscheibe nicht notwendig. Man kann auch die Bilder auf dem Film selbst beobachten. Hier stört der Umstand, daß die beiden Teilbilder auf dem schmalen Film zu nahe beisammenliegen. Man muß dann besondere optische Einrichtungen zum Ablenken der Strahlen in den normalen Augenabstand anwenden, falls man es nicht vorzieht, die beiden Teilreihen auf zwei getrennten, um den Augenabstand voneinander entfernten Bildbändern anzuordnen²⁾, oder die beiden Teilreihen um eine größere Zahl von Bildhöhen gegeneinander zu verschieben und das Band zwischen den beiden Bildfenstern in einer Schlinge zu führen.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die mit einer photographischen Kamera hergestellten Stereoskopnegative beim Kopieren ein Positiv liefern,

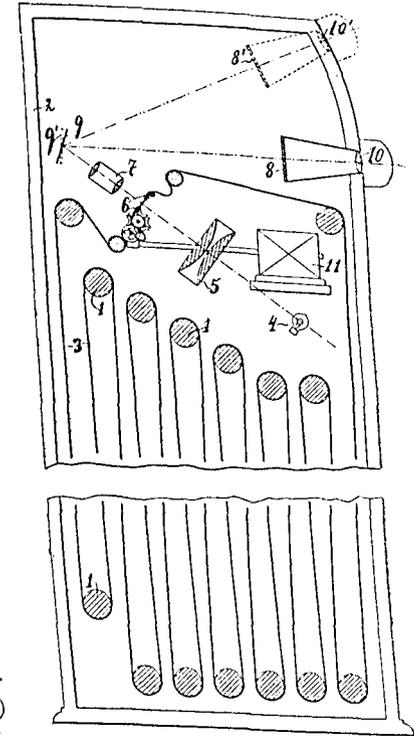


Abb. 95.

¹⁾ Franz. Pat. 376,714 von C. Dupuis.

²⁾ Amerik. Pat. 642,163 von H. W. Schröder.

das die beiden Teilbilder verkehrt nebeneinander liegen hat, man muß deshalb die auf ein Blatt kopierten Positive zerschneiden und vor dem Aufkleben miteinander vertauschen. Um dies zu vermeiden, wendet man bei der Herstellung der Negative für den oben beschriebenen Dupuisschen Apparat eine eigenartige Führung des Bandes in dem Aufnahmeapparat an, der die beiden Teilreihen richtig nebeneinander liegend, wenn auch gegeneinander versetzt liefert. Abb. 96 zeigt diese Führung des Negatives c schematisch an. Bei f_1

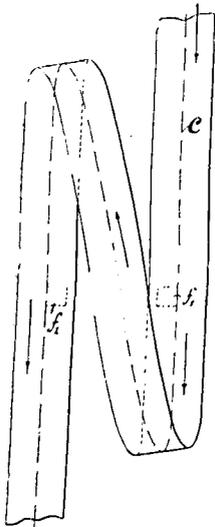


Abb. 96.

und f_2 liegen die beiden Bildfenster. Klappt man nach der Aufnahme die Bandschlinge auf, so liegen die beiden Bildreihen zum Kopieren seitenrichtig nebeneinander. Man kopiert zunächst die eine Bildreihe, verschiebt dann das Negativ um den Abstand der beiden ersten Teilbilder und kopiert dann die zweite Teilreihe. Man erhält dann ein Positivband, wie es in dem Apparat nach Abb. 95 direkt verwendet werden kann¹⁾.

Stereoskopische Farbenbilder. Zum Schlusse sei noch ein Vorschlag erwähnt, der zwar zurzeit noch als Zukunftsmusik erscheint, aber zu interessant ist, als daß man ihn völlig außer acht lassen könnte. In komplementären Farben projizierte Bilder können nicht ohne weiteres zur Herstellung naturfarbiger Stereokinematographien dienen. Denn es müssen ja nach dem bis jetzt besprochenen Anaglyphenverfahren die Farbenbilder durch vor das Auge des Beobachters geschaltete Farbfilter erst wieder in Schwarzweißbilder verwandelt werden. Hier könnte nun ein Vorschlag von O. Wiener Wandel schaffen²⁾. Man müßte sich nämlich zunächst zwei verschiedene Gattungen von weißem Licht verschaffen. Solche gibt es nun in der Tat, wie aus dem folgen-

den ersichtlich ist. Man lasse in der vom Spektroskop her bekannten Weise auf einen Spalt S weißes Licht fallen, bringe eine konvexe Linse (Kollimator) im Abstand ihrer Brennweite hinter dem Spalt an und setze hinter die Linse ein Prisma. Aus diesem tritt dann das bekannte farbige Strahlenbündel. In dieses bringt man ein Gitter G_1 , das aus vier Balken und vier Lücken, alle von gleicher Breite, besteht. Es werden dann durch das Gitter vier farbige Strahlenbüschel hindurchgelassen, die man durch ein dem ersten entgegengesetztes Prisma wieder vereinigen und mittels einer Linse so auf einen Schirm projizieren kann, daß dort ein weißer Streifen s_1 entsteht. Der Streifen erscheint uns deshalb als weiß, weil er aus zwei Paaren komplementärer Farben besteht, die sich, jedes Paar für sich, zu Weiß ergänzen. Stellen wir daneben eine völlig gleich gebaute Versuchsanordnung, die sich von der ersten nur dadurch unterscheidet, daß

in dem Gitter G_2 die Lücken und die undurchsichtigen Felder ihre Plätze vertauscht haben, so erhalten wir einen zweiten Fleck s_2 , der gleichfalls weiß ist und für das unbewaffnete Auge seiner Farbe nach in nichts von dem Fleck s_1 zu unterscheiden ist. Nehmen wir nun an, es gäbe ein Farbfilter, welches die Eigenschaft hätte, alle Farben, welche durch das Gitter G_1 hindurchgehen, zu absorbieren, aber alle durch das Gitter G_2 gehenden — und das sind gerade die Farben, welche durch die Balken des Gitters G_1 zurückgehalten werden — ungeschwächt hindurchgehen zu lassen, so müßte ein mit diesem Filter bewaffnetes Auge den Fleck s_2 weiß sehen, während der Fleck s_1 unsichtbar wäre. Ein mit den umgekehrten Absorptionseigenschaften begabtes Filter würde die Wahrnehmung des Fleckes s_1 gestatten und die des Fleckes s_2 ausschließen. Benutzt man nun das Weiß des Fleckes s_1 , das kurz als Weiß I bezeichnet sei, zur Projektion der nach dem Dreifarbenverfahren hergestellten rechten Hälfte eines Stereobildes und das Weiß II zur Projektion der linken Hälfte desselben farbigen Stereobildes und wirft alle Bilder übereinander — nach Art der Anaglyphenbilder auf eine weiße Wand — so würde ein mit den betreffenden Filtern versehener Beobachter ein räumliches Farbenbild wahrnehmen. — Die hier erforderlichen Filter, nämlich Filter mit streifenweiser selektiver Absorption, die im ganzen genommen farblos erscheinen, sind bis jetzt noch nicht gefunden. Eine von O. Wiener angegebene Lösung mittels planparalleler Gipsplättchen, welche im polarisierten Licht zwischen gekreuzten Nicols durch Interferenz das Licht streifenweise auslöschen, dürfte zu hohe Anforderungen hinsichtlich der Exaktheit des Schliffes der Plättchen stellen und deshalb wohl kaum zu einem praktisch verwertbaren Ziele führen.

¹⁾ D. R. P. 216.081 oder auch das oben erwähnte Franz. Pat. 376.714, beide von C. Dupuis.

²⁾ Über die Möglichkeit einer stereoskopischen Projektion ohne Ablenkungsprismen mit weißen Teilbildern, Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Band 136 und Zeitschrift für die wissenschaftliche Photographie, Photophysik und Photochemie, 11, 1912, Seite 13.

XII. Die Einstellung am Bildfenster der Projektionskinematographen.

Um die günstigste Lichtausbeute einer Projektionslampe zu erreichen und auch das Objektiv möglichst günstig auszunutzen, muß die optische Achse des Kondensors mit der des Objektivs zusammenfallen und durch die Mitte der wenn möglich punktförmigen Lichtquelle hindurchgehen. Außerdem muß das Bildfenster so liegen, daß es von der optischen Achse des Objektivs in seiner Mitte getroffen wird, und die Mitte eines jeden Bildfeldes auf dem Film muß während des Bildstillstandes mit der des Bildfensters zusammenfallen. Bei Apparaten mit optischem Ausgleich der Bildwanderung ist das Bildfenster und Bildfeld beweglich. Hier heißt die letzte Bedingung dann meistens, daß das Bildfenster in seinen beiden Endlagen symmetrisch zur optischen Achse liegen und das Bildfeld genau in seiner Mitte haben soll. Auf alle Fälle müssen die vorgenannten Teile gegeneinander und auch einige von ihnen miteinander gegen die übrigen einstellbar sein.

Einstellung der Optik in Höhe zum Bildfeld. Die Einstellung der Lichtquelle zum Kondensator läßt sich entweder durch Verschieben der ganzen Lampe in Höhe und Breite oder doch durch gleichzeitiges Heben und Senken der beiden Kohlen bei elektrischen Bogenlampen erzielen. Oder es ist auch möglich, den Kondensator mit dem mit ihm verbundenen Objektiv zu heben und zu senken. Die Einstellung von Kondensator, Objektiv und Bildfenster gegeneinander kann vor der Benutzung des Apparates ein- für allemal erfolgen, und erhält sich dann bei dauerhafter Bauweise des Apparates und guter Feststellung der einzelnen Teile lange Zeit hindurch. Die Einstellung der Lichtquelle hingegen muß sehr häufig geregelt werden und ebenso die des Bildfensters zum Bildfeld auf dem Bande oder umgekehrt des Bildfeldes auf dem Bande zum Bildfenster. Bei der in Abb. 97 in Ansicht und in Abb. 98 im Schnitt dargestellten Projektionseinrichtung der Compagnie générale des Phonographes, Cinématographes usw. lassen sich die optischen Teile nebst dem Bildfenster und der Lampe gegen das Bildband zusammenstellen. Ein aus der Fußplatte 1, der Kopfplatte 2 und den Säulen 3 gebildetes Gestell trägt das in der Längsrichtung der Säulen verschiebbare optische System, das sich aus dem Objektiv 4, dem Kondensator 5 und der Lichtquelle 6 zusammensetzt, die durch eine mit der gewöhnlichen Regulier- vorrichtung für die Kohlestifte versehene elektrische Bogenlampe 7 gebildet wird. Die beiden Kohlentträger lassen sich in dem Gehäuse 20 gemeinsam verschieben durch die Schraube 27. Zwischen den vorderen Säulen 3, an diesen mittels Führungsringe 9 verschiebbar angebracht, befindet sich eine

das Objektiv 4 tragende Platte 8. An dieser Platte ist oben im rechten Winkel ein Quersteg 10 befestigt, an den wieder im rechten Winkel abwärts gerichtet eine Platte 11 anschließt. Dicht hinter der Platte 11 befindet sich am Gestell fest angebracht die Scheide 12, in welcher der von der Schalttrommel 13 kommende Film Führung erhält. Die Platte 11 ist in der Mitte mit einem rechteckigen Ausschnitt 14, dem sogenannten Fenster, versehen, dessen Abmessungen denen eines Filmbildes entsprechen. Der Mittelpunkt des Fensters 14 liegt genau in der optischen Achse des Objektivs 4. An einer an der hinteren Seite des Gestells befindlichen Säule 3 (Abb. 97) sitzt mit zwei Augen verschiebbar ein Träger 15, der durch einen

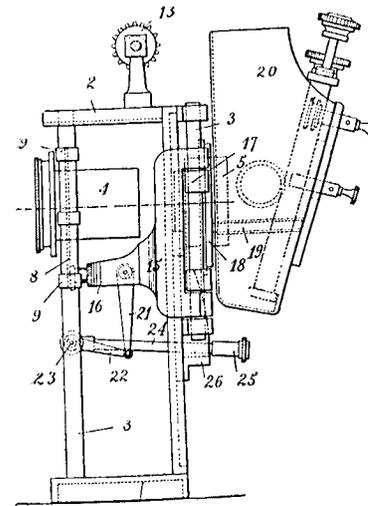


Abb. 97.

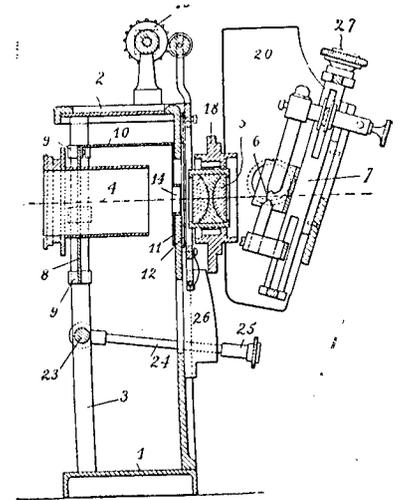


Abb. 98.

nach vorn gerichteten Arm 16 starr mit der Platte 8 verbunden ist. Ebenfalls auf der Säule 3 verschiebbar sitzen Führungsringe 17, die an dem Rahmen 18 des Kondensors festsitzen. Da die Führungsringe 17 oben und unten unmittelbar an die Augen des Trägers 15 anstoßen, so kann sich der Kondensatorrahmen nur zusammen mit dem Träger 15 verschieben. Die Führungsringe 17 dienen gleichzeitig als Scharnier, um ein Abschnwenken des Kondensors zu ermöglichen, so daß die Öffnung der dem Film Führung gebenden Scheide 12 zugänglich wird. An dem Kondensatorrahmen 18 sind zwei nach hinten gerichtete Tragstangen 19 befestigt, auf die mittels passender Führungen eine die elektrische Bogenlampe 7 oder sonstige Lichtquelle tragende Kappe 20 aufgeschoben werden kann. An den Trägerarm 16 verist ein Hebelarm 21 angelenkt, der unten mit einem Hebelarm 22 verbunden ist, welcher auf einer an den vorderen Säulen 3 gelagerten Welle 23 festsetzt. Auf derselben Welle sitzt ein Schwenkarm 24 fest, der an seinem freien Ende eine verschraubbare Knopfmutter 25 trägt. Beim Aufschrauben berührt die Knopfmutter 25 die gekrümmte Auflauffläche einer am Gestell

des Apparates festsitzenden Rampe 26, so daß der Hebel 24 durch Festziehen der Mutter in seiner jeweiligen Stellung gesichert werden kann.

Ist das Bildband in dem auf der Grundplatte 1 festsitzenden Kinowerk befestigt und durch das Bildfenster 14 hindurchgeführt, so hat man nur nötig, die Mutter 25 ein wenig zu lösen und den Hebel 24 je nach der Stellung des dem Fenster 14 zunächst befindlichen Bildes mehr oder weniger nach oben oder unten zu schwenken, bis das Bild ringsum an den Rändern abgebildet in der Fensteröffnung erscheint. Sobald dies der Fall ist, wird die Mutter 25 wieder festgezogen, und der Kinematograph ist sofort gebrauchsfähig, da sich im Augenblick der richtigen Ablendung des Bildes gleichzeitig auch der Mittelpunkt desselben in der gemeinschaftlichen optischen Achse der in ihrer Stellung zueinander unveränderlichen übrigen Teile des optischen Systems befindet¹⁾.

Einstellung des Filmfortschaltorganes. Diese Vorrichtung bedeutet gegenüber den älteren, bei denen das Bildfenster in einem Rahmen auf- und abgleiten und so nach dem jeweiligen Bildfeld eingestellt werden konnte, einen wesentlichen Fortschritt, insofern die Optik stets gleich günstig ausgenutzt werden kann. Sie ist aber ihrer ganzen Bauweise nach mehr dazu bestimmt, eine Einstellung vor Beginn der Vorführung vorzunehmen, als während dieser eintretende Verschiebungen der Bilder im Bildfenster zu korrigieren, und doch werden solche durch die früher erwähnten Schrumpfungen des Bandes hervorgerufen. Es kann deshalb geschehen, daß ein langer Film die am Anfang richtig eingestellte Lage der Bilder zum Fenster während der Vorführung verliert. Es sind deshalb Vorrichtungen notwendig, welche ein Zentrieren des laufenden Films einfach und leicht gestatten. Man kann dies z. B. dadurch erreichen, daß zwischen dem Bildfenster und dem Organ für die absatzweise Fortschaltung eine Rolle eingeschaltet ist, welche ver-

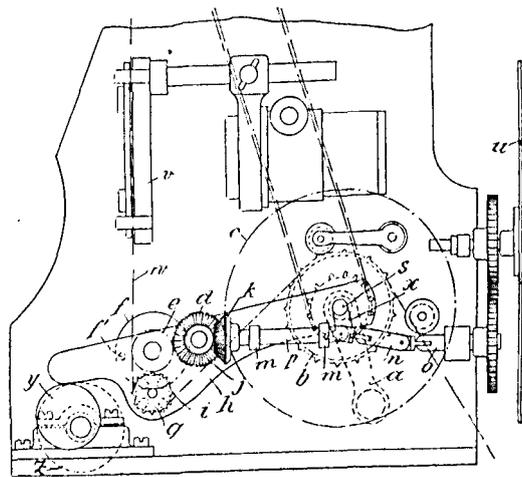


Abb. 99.

schoben werden kann, so daß die Länge zwischen dem Fenster und dem Ort der ruckweisen Fortschaltung vergrößert und verkleinert werden kann²⁾. Man kann aber auch das Fortschaltorgan selbst beweglich machen. Dies ist z. B. bei dem in Abb. 99 dargestellten Maltesergesperre geschehen, das auf dem Arm *h* gelagert ist, der um die Achse *s* der Nach-

¹⁾ D. R. P. 237.874.

²⁾ Z. B. Amerik. Pat. 864.314 von J. A. Le Roy.

wickeltrommel *b* geschwenkt werden kann. Dieser Arm trägt auch das Zwischenrad *d*, welches von dem Rade *c* angetrieben wird, und unter Vermittlung des Rades *c* den Antrieb der Stiftscheibe *f* bewirkt, deren Stift *f'* das Malteserkreuz *g* ruckweise in Umlauf versetzt. Die Achse des Kreuzes *g* trägt die Zahntrommel *i*. *j* ist ein Kegelrad, welches auf der Achse des Zwischenrades *d* sitzt und das Kegelrad *k* sowie dessen Achse *p* antreibt. Die Achse *p* ist mittels des Lagers *m* an dem Drehgestell *h* gelagert und gelenkig durch ein Kardangeln *n* mit der Achse *o* verbunden, die die Blende *u* antreibt. Diese Achse *o* ist im Hauptgestell gelagert. Durch Schwingen des Drehgestelles *h* mittels des an der Achse der Exzentrerscheibe *y* sitzenden Handgriffes *z* wird die die ruckweise Weiterbewegung des Films

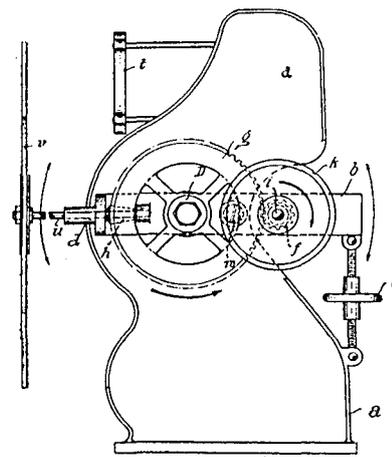


Abb. 100.

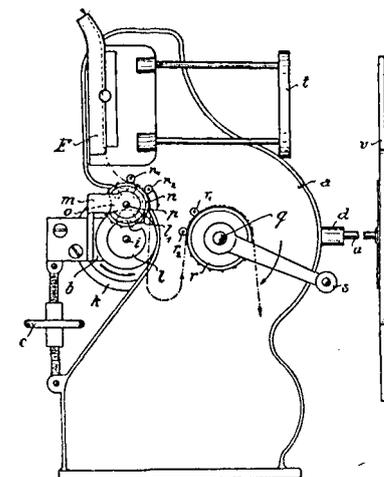


Abb. 101.

bewirkende Walze *i* beliebig gehoben oder gesenkt und dadurch das Bildband eingestellt, wobei das Band *w* so gut wie gar nicht aus der durch die Mitte des Führungskanal *v* gelegten Vertikalebene gelangt¹⁾. Das oben erwähnte Kardangeln *n* hat folgenden Zweck: Wird bei ruhendem Werk der Arm *h* gehoben oder gesenkt, so wälzt sich das Rad *d* an dem Rade *c* entlang, es wird mithin eine Drehung des Einzahn *f'* auch stattfinden. Die Drehung der Blende *u* muß nun bei einer ganz bestimmten Stellung des Malteserkreuzes beginnen. Jede Verstellung des Armes würde den einmal geschaffenen Synchronismus zwischen Fortschaltung und Blende stören, wenn die Blende nicht auch an dem Heben und Senken des Armes *h* und der

¹⁾ D. R. P. 216.236 von Messers' Projektion. Ähnliche Verstellungen finden sich mehrfach, so auch solche, bei denen das Lager des Malteserkreuzes um die Achse des Einzahnades geschwenkt, also nur das Kreuz und das Stiftrrad in Höhe verstellt wird; vgl. z. B. amerik. Patent 862.559 von A. S. Howell; brit. Pat. 23.274 vom J. 1908 von A. Duskes. D. R. P. 186.867 der Comp. générale de Phonogr. Cinemat. usw. Die gemeinsame Verstellung des Stiftrades und der Blende findet sich ferner im franz. Pat. 428.849 derselben Comp., im brit. Pat. 23.275 vom J. 1908 von A. Duskes, außerdem in den brit. Pat. 7815 und 7816 vom J. 1910 von L. Kamm.

dadurch hervorgerufenen Drehung der Einzahnscheibe f teilnahme. Dies wird nun dadurch erzielt, daß die Blende ihren Antrieb empfängt von dem Rade d , das zunächst durch die Bewegung des Armes beeinflusst wird. Aus diesem Grunde ist das Kardangelenk notwendig. Um ein solches zu vermeiden, sind bei dem Apparat von Seischab & Co. die Blende und das Maltesergesperre beide auf einem Arme gelagert, der um die Achse des gemeinsamen Tribrades geschwungen werden kann. Abb. 100 und 101 zeigen diesen Apparat in Aufsicht, bzw. Rückansicht. Auf der Gehäusewand a liegt das Kurbellager mit der Handkurbel s auf der einen und dem als Stirnrad und als Kegelrad ausgebildeten Zahnrad g auf der anderen Seite. Auf gleicher Achse sitzt die Nachwickeltrommel r . Außerdem ist auf ihr der zweiarmige Balken b bei G gelagert, der durch die Schraubenmutter c fein verstellt werden kann. In ihm ist auf der einen Seite bei d die Achse n der Kreisblende v gelagert, die mit dem kleinen Kegelrad h in der Kegelradzahnung des Rades g kämmt. Auf der anderen Seite trägt der Balken die Lager für das Einzahnrad i und das Malteserkreuz o mit dem Stiftrah n . Beim Einstellen des Armes b wälzen sich sowohl das Kegelrad h wie das Stirnrad i auf den entsprechenden Kränzen des beiden gemeinsamen Tribrades g , so daß die Stellung der Blende und des Einzahnrades zueinander unverändert bleibt¹⁾.

Einstellung durch umlaufende Räder. Einer weiteren Gruppe von Zentriervorrichtungen ist die Verwendung umlaufender Räderwerke eigentümlich. Bei dem Apparat von J. Mason sitzt auf der Achse e (Abb. 102) das Stiftrah c nur lose, während das Zahnrad f fest auf jener Achse angebracht ist. Dieses Zahnrad greift ein in den Trieb j , der wiederum mit dem Rade g kämmt, das mit der Hohlachse c_1 des Stiftrades c fest verbunden ist. Der Trieb j ist in einer Kappe h gelagert, die konachsial zur Achse e , aber lose auf dieser sitzt. Das Zahnrad f hat einen Zahn weniger (oder mehr) als das Rad g . Wird nun bei ruhendem Werk die Kappe h

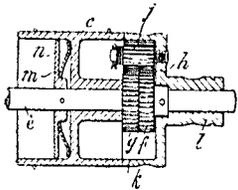


Abb. 102.

um ihre Achse nach rechts oder links gedreht, so rollt der Trieb j sich auf dem feststehenden Rad f ab und verdreht mithin bei einem vollen Umlauf das Rad g und damit auch das Stiftrah c um einen Zahn gegen die Achse e . Dasselbe tritt natürlich auch ein, wenn bei arbeitendem Werk die Kappe h zum Zwecke des Justierens in dem einen oder anderen Sinne gedreht wird.

In etwas anderer Form findet sich das umlaufende Getriebe bei dem Apparat von H. W. Joy. Das Planetengetriebe wird hier so ausgestaltet, daß sein eines Seitenrad nicht an der von der Antriebsvorrichtung ausgehenden Bewegung teilhat, sondern nur zum Zwecke der Regelung willkürlich gedreht wird. Abb. 103 gibt eine Seitenansicht dieses Teiles des Apparates und Abb. 104 einen Querschnitt nach Linie 1 . . . 2 jener Abbildung. Die absatzweise Schaltung des Bandes R erfolgt hier durch den exzentrischen Nocken (Schläger) q^1 , der in der früher beschriebenen Weise gegen das Band stößt und es dabei am Bildfenster vorbeireißt. Die Welle b der hinter dem Schläger liegenden Trommel für die stetige Schaltung ist

¹⁾ D. R. P. 229,551 oder österr. Pat. 50,098.

in geeigneten Führungen c^1 gelagert und wird durch den üblichen Stirnräderantrieb gleichmäßig gedreht. Nahe einer der Führungen c^1 ist ein Schneckenrad h angebracht, welches auf der Welle b lose befestigt wird und für gewöhnlich feststeht. Dieses Schneckenrad wird gegen den Rahmen f durch Federplatten f^1 gepreßt, welche mit einem Flansch f^2 des Rades in

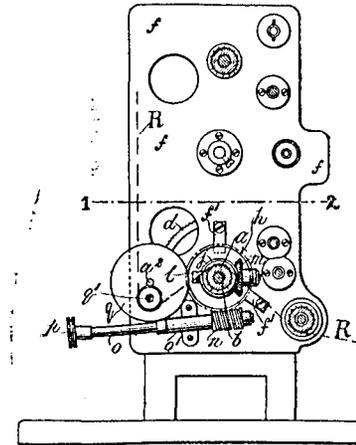


Abb. 103.

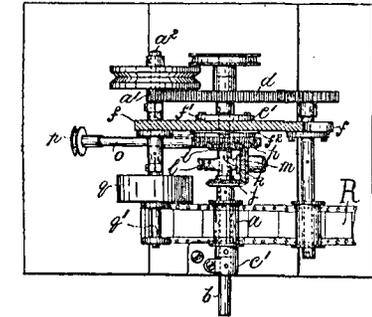


Abb. 104.

Eingriff kommen. Dieses letztere ist mit einem Kegelrad i aus einem Stück gegossen oder fest mit demselben verbunden, während ein zweites Kegelrad j , welches mit der Trommel a zusammengegossen oder an derselben befestigt ist, ihm gegenüberliegt. Diese Trommel sitzt lose auf der Welle b . Zwischen diesen beiden Kegelrädern sitzt auf einer Muffe k mit einem kurzen Querstück l ein Kegelrad m , welches mit den beiden vorerwähnten Kegelrädern in Eingriff kommt. Die beiden Räder i und j bilden die Seitenräder und das Rad m das Mittelrad eines Planetengetriebes. Die Muffe k ist mit der Welle b fest verbunden oder aus einem Stück gefertigt. Mit dem vorerwähnten Schneckenrad h steht eine Schnecke u in Eingriff, welche an einem in entsprechenden Führungen o^1 gelagerten Bolzen angebracht ist. Am Ende dieses Bolzens ist ein zur Drehung des Bolzens o um seine Achse bestimmtes Handrad p oder eine Kurbel vorgesehen. Es ist so möglich, dem Schraubenrade h leicht eine Drehbewegung in dem gewünschten Sinne zu geben und den Film um die Trommeln auf- und abzuwickeln. Je nachdem man nun die Ab- bzw. Aufwicklung verzögern oder beschleunigen will, bewegt man mittelst der eben erwähnten Teile in entsprechender Weise das erste Kegelrad in der gewünschten Richtung, wodurch diese Bewegung auf das durch das Querstück l getragene Rad m übertragen wird, welches seinerseits wieder die beschleunigte oder verzögerte Bewegung auf das Rad j überträgt, welches an der Trommel a befestigt ist. Hierdurch kann der Film, je nachdem, ein wenig schneller weitergeführt oder etwas verzögert werden. Dies hat zur Folge, daß die auf der Welle a^2 sitzende Nockenscheibe q , welche den Nocken q^1 trägt, den Film etwas früher oder

¹⁾ Brit. Pat. 11.282 vom J. 1904.

etwas später weiterrückt, obgleich das Maß der Fortschaltung hierbei nicht geändert wird¹⁾).

Drehung des Schaltrades mittels längsverschieblicher Gewindehülse. Bei Doppelapparaten muß das Band an zwei Stellen, nämlich an jedem der beiden Bildfenster, eingestellt werden können. Es muß die Einstellung also so erfolgen, daß der Verschuß unverändert bleiben kann. Dies kann nach einem Vorschlag von H. v. Halla durch Verstellen der Schalträder gegen ihre Achsen erfolgen. Jedes der beiden Schalträder 12 (Abb. 105) wird durch seitliche Gabeln 31 gegen Verschiebung längs seiner Drehachse gesichert; es greift mit einer Mutter in die steilen Schraubengänge eines Rohres 30 ein, das auf der Achse 9 in Längsrichtung verschiebbar, aber mit dieser durch Feder und Nut auf Drehung gekuppelt ist. Auf dem Rohr 30 sind zwei Wülste 32 angebracht, zwischen die eine auf dem Stift 33 verschiebbare und an diesem feststellbare Gabel 34 eingreift. Wird diese verschoben, nimmt sie das Rohr 30 mit

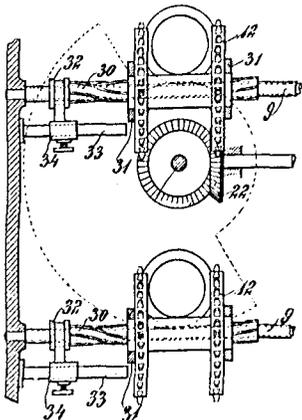


Abb. 105.

und das Stiftrad 12 muß, da es gegen die Gabel 31 angepreßt wird, sich drehen, also seine Stellung zu seiner Achse und mithin zum Werk ändern. Die hier nur schematisch angedeutete Verstellung der Gabel 34 wird bei der praktischen Ausführung natürlich durch eine entsprechende Feinverstellung ersetzt²⁾).

¹⁾ D. R. P. 205.163.

²⁾ D. R. P. 199.186.

XIII. Die Optik des Kinematographen.

Abgesehen von den bis jetzt beschriebenen mechanischen Teilen, enthält der Kinematograph optische Teile, welche zwar für die Güte seiner Leistungen ebenso wichtig sind wie die Ausführung der Mechanik, die er aber von bereits vor ihm vorhanden gewesenen Apparaten übernommen hat. Sie sollen deshalb hier nur kurz behandelt werden, weil ihre ausführliche Beschreibung einerseits in das Gebiet der photographischen Kamera und andererseits in das der Projektionsapparate für unbewegte Bilder hinübergreift.

Die Optik des Aufnahmeapparates. Die Aufnahme der Negative erfordert eine photographische Kamera. Deren wichtigster Bestandteil ist neben dem Werk zum Fortschalten des Bildbandes das Objektiv. Es kommen hier nur solche von kurzer Brennweite in Betracht, da die Dimensionen des Bildes nur $25 \times 18 \text{ mm}$ betragen. Da es sich aber auch um kurze Momentbelichtungen von höchstens $\frac{1}{10}$ Sekunden bis zu $\frac{1}{120}$ Sekunden handelt, so ist große Lichtstärke erforderlich. Abgesehen von den Aufnahmen für Farbenbilder, ist völlige Achromasie erforderlich, da sonst durch Unschärfe unbrauchbare Bilder entstünden. Erfolgt bei Farbenbildern die Aufnahme jedes Spektralgebietes durch ein besonderes Objektiv, so genügt es, daß die Achromasie für das betreffende Gebiet vorhanden ist, oder es könnten sogar, falls die benutzten Filter nur einigermaßen eng begrenzte Teile des Spektrums hindurchlassen, nicht chromatisch korrigierte, einfache Objektive benutzt werden. Doch müßten die Brennweiten dann so bemessen sein, daß die Abbildung in gleicher Größe bei den drei Objektiven erfolgte, wie dies Christensen vorgeschlagen hat; siehe oben Seite 125. Tatsächlich benutzt werden meistens Objektive von dem Anastigmatypus mit Brennweiten von 50 bis 75 mm und Öffnungsverhältnissen von $F: 5,5$ bis zu solchen von $F: 2,5$.

Zur kurzen Orientierung über die Abbildung durch Linsen diene folgendes: Eine Linse ist in ihrer einfachsten Form ein von Teilen zweier Kugelflächen begrenzter Glaskörper. Die durch die beiden Mittelpunkte der Kugelflächen hindurch gelegte Gerade heißt die optische Achse der Linse. Ein paralleles, in Richtung der Linse einfallendes Strahlenbündel wird durch eine nach außen gewölbte Linse (konvexe oder Sammellinse) so abgelenkt, daß es durch einen Punkt der Achse, den Brennpunkt, hindurchgeht, sich in ihm also vereinigt. Der Abstand dieses Punktes von der als sehr dünn angesehenen Linse heißt die Brennweite der Linse. Die Brennweite f ist für eine Linse bedingt durch die Krümmung ihrer Kugelflächen und das Brechungsvermögen n des benutzten Glases.

Bedeutet r_1 und r_2 den Krümmungshalbmesser der beiden, die Linse begrenzenden Kugeln, so besteht die Beziehung

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

Das Brechungsvermögen selbst ist abhängig von der Farbe des Lichtes. oder genau gesagt von dessen Wellenlänge; rotes Licht wird weniger stark gebrochen als blaues Licht. Da nun die Vereinigung der Strahlen um so näher bei der Linse erfolgt, je stärker die Brechung ist, so folgt, daß ein aus gemischtem Licht, also z. B. aus weißem Licht bestehendes Bündel für die blauen Strahlen eine geringere Brennweite hat als für die roten Strahlen. Strahlen, welche von in endlicher Entfernung liegenden Punkten ausgehen, werden an Stellen vereinigt, welche etwas weiter von der Linse entfernt liegen als der Brennpunkt. Es ist nun eine Erfahrungstatsache, daß Strahlen, die von einer senkrecht zur optischen Achse liegenden Ebene ausgehen — wenigstens in erster Annäherung —, wieder in einer zur optischen Achse senkrechten Ebene vereinigt werden, und zwar werden die von einzelnen Punkten der erstgenannten Ebene ausgehenden Strahlen Punkt für Punkt in der an zweiter Stelle genannten vereinigt. Es entspricht also jedem Punkt der Gegenstandsebene ein Punkt der Bildebene, die Gegenstandsebene wird in der Bildebene punktweise abgebildet. Zwischen dem Abstand des Gegenstandes a (Gegenstandsweite) und dem Abstand des Bildes b (Bildweite), beide gemessen von der Mitte der konvexen Linse, und der Brennweite besteht die Beziehung $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$. Man erkennt hieraus, daß, wenn der Gegenstand der Linse sehr nahe liegt, das Bild in großem Abstand entsteht und umgekehrt. Liegt der Gegenstand genau im Brennweitenabstand, so wird die Bildweite unendlich, d. h. die Strahlen treten parallel aus und umgekehrt die von einem unendlich weit entfernt liegenden Gegenstand kommenden Strahlen vereinigen sich im Brennpunkt. Wird nicht eine einfache Linse, sondern ein System solcher benutzt, so ist hierbei der Abstand von einer bestimmten Lage innerhalb des Systems einnehmenden Ebene, der sogenannten Hauptebene, zu rechnen.

Bei einer einfachen Linse liegt die Bildebene für die blauen Strahlen der Linse näher als die Bildebene für die roten Strahlen. Während also in einer bestimmten Ebene die blauen Strahlen zu einem scharfen Bilde vereinigt werden, sind die grünen, gelben und roten Strahlen in dieser Ebene noch nicht vereinigt. Diese würden also an derselben Stelle ein unscharfes Bild ergeben und dadurch das von den blauen Strahlen allein herrührende scharfe Bild unscharf machen. Es hat sich nun gezeigt, daß bei der passenden Vereinigung von zwei Linsen aus verschiedenem Glas, also mit verschiedenem Brechungsvermögen und vor allem mit verschiedenem Zerstreuungsvermögen gegenüber den einzelnen Farben, es sich erreichen läßt, daß die Vereinigung der verschiedenen Farben in einer Ebene stattfindet. Solche Linsen heißen, da sie keine Farbenzerstreuung zeigen, achromatische Linsen.

Bei genauerer Untersuchung des durch eine achromatische Linse erzeugten Bildes ergibt sich nun zweierlei. Einmal ist die Abbildung nur inner-

halb einer nahe um die optische Achse herum liegenden Zone winkelgetreu. Es heißt dies, daß nach außen hin Verzerrungen der Bilder eintreten. Zum andern findet man, daß das Bildfeld, und zwar wieder nur in der Nähe der optischen Achse als merklich eben angesehen werden kann; die weiter von der Achse entfernt liegenden Gegenstände werden auf einer Kugelfläche abgebildet, deren Mittelpunkt in der optischen Achse liegt. Da aber die lichtempfindliche Fläche (Platte, Film) eben ist, so folgt daraus, daß die Schärfe des Bildes nach außen hin abnimmt, da, wenn die Mitte scharf eingestellt ist, die Randteile der Platte außerhalb der kugelförmigen Fläche der scharfen Abbildung liegen. Diese Fehler, deren Beseitigung die vornehmste Aufgabe der photographischen Optik während der beiden letzten Jahrzehnte war, werden dadurch vermieden, daß man die Zahl der in einem photographischen Objektiv vorhandenen Linsen vermehrt und sie ihrer Form (Krümmung) und ihrem Brechungs- und Zerstreuungsvermögen nach passend auswählt. Die heute auf dem Markt befindlichen Objektive geben nun alle innerhalb gewisser Grenzen vollkommen winkelgetreue und ebene Bilder.

Eine Linse nimmt ein um so größeres Strahlenbündel auf, kann also ein um so helleres Bild liefern, je größer ihre freie Öffnung ist. Die Randstrahlen der Linse zeigen aber nicht die scharfen Bilder wie die zentralen Gebiete, bzw. haben ihre Bilder nicht an denselben Stellen wie jene. Es läßt sich deshalb ein Bild von bestimmtem Durchmesser nur dann in allen Teilen gleichmäßig scharf erhalten, wenn die freie Objektivöffnung nicht über eine durch die Abmessungen des Objektivs bedingte Größe hinausgeht. Man pflegt nun diese Öffnung in Beziehung zu der Brennweite zu bringen; bedeutet f die Brennweite, so besagt die Bezeichnung $f:3,5$, daß die Brennweite dreieinhalbmal so groß sei als der Durchmesser der freien Objektivöffnung. Befinden sich die gleichzeitig auf einem Bild wiedergegebenen Gegenstände in verschiedenen Abständen von dem Objektiv, so können sie nicht alle gleichmäßig scharf abgebildet werden, und zwar um so weniger, je größer die freie Öffnung des Objektivs ist. Um trotzdem Schärfe zu erzielen, muß man die Randstrahlen des Objektivs noch weiter abblenden. Findet man also z. B. die Angabe, ein Objektiv $f:3,5$ sei für eine bestimmte Aufnahme auf $f:7,0$ abgeblendet worden, so würde dies heißen, daß bei dem nicht abgeblendeten Objektiv die freie Öffnung $1/3,5$, bei dem abgeblendeten Objektiv aber nur $1/7,0$ der Brennweite betragen haben. Da die photochemische Wirkung im allgemeinen gleich dem Querschnitt der Lichteintrittsfläche, diese aber proportional dem Quadrate des Durchmessers ist, so folgt, daß ein auf den halben Durchmesser abgeblendetes Objektiv nur ein Viertel der Lichtstärke zeigt, die es bei voller Öffnung hat. Man darf mithin nur dann bei kinematographischen Aufnahmen stark abblenden, wenn das Aufnahmeobjekt besonders günstig beleuchtet ist.

Sieht man von den noch besonders zu betrachtenden Mikrokinematographien ab, so handelt es sich stets um Gegenstände, die vom Objektiv so weit entfernt sind, daß die Bildebene nahezu in Brennweitenabstand liegt. Das Objektiv bedarf aus diesem Grunde zu seiner Scharfeinstellung nur einer geringen Verschiebung. Kinematographische Aufnahmeapparate pflegen deshalb keinen Balg wie die photographischen Kameras zu haben, sondern nur eine Schneckenfassung, in der die Linsen um ein geringes verschoben werden

können. Um aber trotzdem rasch hintereinander Aufnahmen von demselben Punkt aus in wechselnder Größe machen zu können, hat man an einzelnen Aufnahmekameras mehrere Objektive von verschiedener Brennweite auf einer exzentrisch zur Mitte des Bildfensters gelegenen drehbaren Platte angeordnet. Diese Einrichtung ähnelt den Objektivrevolvern der Mikroskope. Eine Drehung der Platte bringt die einzelnen Objektive nacheinander so vor die Öffnung im Objektivbrett, daß die Bilder von hinreichend weit entfernten Gegenständen auf dem Film scharf sind. Jedes der Objektive kann für näher gelegene Objekte dann noch mit der erwähnten Schneckenfassung eingestellt werden. Abb. 106 zeigt diese Einrichtung an einem seitlich und vorne ge-

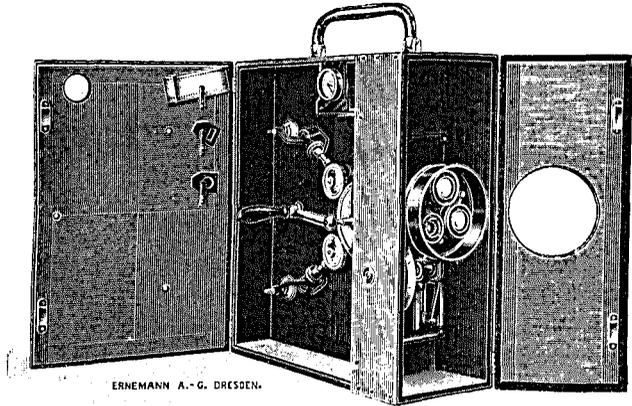


Abb. 106.

öffneten Ernemannschen Aufnahmekinematographen. Die Scharfeinstellung der Objektive kann entweder mittels Skalen nach der geschätzten oder gemessenen Entfernung erfolgen oder mittels Beobachtung des Bildes auf einer in das Bildfenster eingesetzten Mattscheibe. Meist begnügt man sich damit, das Bild auf dem durchscheinenden Film zu beobachten. Zu diesem Zwecke durchsetzt ein vorne unmittelbar an das Bildfenster sich anschließender Kanal die Kamera der Länge nach zwischen den beiden Kassetten für die Rolle des unbelichteten und belichteten Bildbandes. An der Rückseite der Kamera ist eine verschließbare Schauöffnung, welche den Einblick in diesen Kanal und somit die Beobachtung des auf dem Film entstehenden Bildes erlaubt. Abb. 106 a stellt die gleiche Kamera wie Abb. 106 dar, nur von der entgegengesetzten Breitside her; die untere Kassette, welcher der Film nach der Belichtung zugeführt wird, ist geöffnet. — Man kann das Einstellen des Bildes nach dieser Methode dadurch erleichtern, daß man Bildbänder benutzt, die an ihren Enden keine lichtempfindliche Schicht haben, sondern nach Art der Vidilfilms mattiertes Zelluloid¹⁾.

Soll für besondere Zwecke der Aufnahmeapparat mit einem Objektiv von besonders großer Brennweite benutzt und ein solcher in einem Ansatz der

¹⁾ Brit. Pat. 12.052 vom J. 1897.

Kamera vorgesetzt werden, so kann hierzu eine von Vautier-Dufour angegebene Einrichtung vorteilhaft benutzt werden. Es würde nämlich der Ansatz, wenn er unmittelbar, wie dies bei den photographischen Kameras Gebrauch ist, angefügt würde, die Stabilität des Apparates ungünstig beeinflussen, weil dann eine verhältnismäßig große Masse weit weg vom Unterstützungspunkt der Kamera läge. Es soll deshalb an dem Objektivbrett ein Schlitten angebracht werden, auf dem das Objektiv parallel zur Ebene des Bildfensters verschiebbar gelagert ist. Die optische Achse des Objektivs ist alsdann parallel zur Vorderwand der Kamera und zur Ebene des Bildfensters. Um das vom Objektiv kommende Strahlenbündel um 90° abzulenken, ist vor der Öffnung des Objektivbrettes, dort, wo sonst das kurzbrennweitige Objektiv zu sitzen pflegt, ein unter 45° gegen die optische Achse geneigter Spiegel eingefügt. Dieser Spiegel läßt sich aus dem Strahlengang zurückklappen, dann entsteht auf einer zur Vorderwand der Kamera senkrechten Mattscheibe das Bild, das dann in der üblichen Weise zum Scharfeinstellen dient. Der Abstand der Mattscheibe von der Spiegelmitte muß, wenn dieser eingeschaltet ist, gleich sein dem Abstand des Bildfensters von der Spiegelmitte. Verschiebt man das Objektiv auf seinem Schlitten, so verändert sich der Abstand zwischen dem Objektiv und dem festen Spiegel und somit auch der optische Weg zwischen dem Objektiv und dem Filmfenster. Will man vermeiden, daß wegen der einmaligen Spiegelung auf dem Film seitenverkehrte Bilder entstehen, so kann man unmittelbar hinter dem Objektiv und mit diesem festverbunden einen zweiten Spiegel einfügen, der dem ersten Spiegel parallel ist und ihm seine spiegelnde Fläche zukehrt. Die optische Achse des Objektivs kommt dann wieder in die gebräuchliche Lage senkrecht zur Ebene des Bildfensters, das Strahlenbündel wird zweimal um 90° geknickt¹⁾.

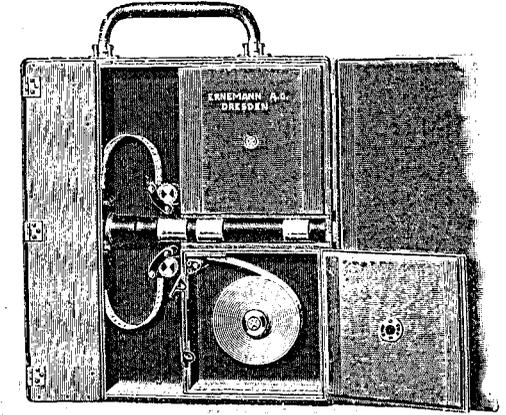


Abb. 106 a.

Die Optik der Vorführungsapparate. Bei den Projektionsapparaten besteht die Optik aus zwei Teilen, aus dem Beleuchtungssystem, dem sogenannten Kondensator, und dem eigentlichen Projektionssystem, dem Objektiv. Im Sinne der von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen liegt der Kondensator vor und das Objektiv hinter dem Bildfenster. Der Kondensator hat die Aufgabe, von den die Lichtquelle verlassenden Strahlen ein möglichst großes Bündel aufzunehmen und es dem Bildfenster zuzuführen; er besteht aus zwei oder auch aus drei Sammellinsen von großem Durch-

¹⁾ D. R. P. 248.226.

messer und im Verhältnis zu dieser kleiner Brennweite. Je näher er an die Lichtquelle herangerückt werden kann, einen um so größeren Teil der von dieser ausgehenden Strahlung vermag er aufzunehmen. Hier setzt die hohe Temperatur der Lichtquelle, als welche in den überaus meisten Fällen eine elektrische Bogenlampe benutzt wird, eine Grenze. Die günstigste Einstellung ist für einen gegebenen Kondensator dann erreicht, wenn die ihn verlassenden Strahlen sich in der Mitte des Objektivs schneiden und das Bildfenster so liegt, daß es ein dem Strahlenkegel eingeschriebenes Parallelogramm bildet. (Abb. 107.) Da der Abstand des Objektivs O vom Bildfenster durch die

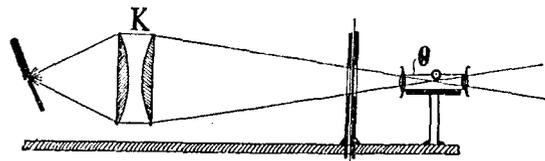


Abb. 107.

Brennweite des Objektivs und die gewünschte Vergrößerung bedingt ist, so folgt hieraus, daß auch die Brennweite des Kondensators K , bzw. dessen Abstand von der Lichtquelle zu der Brennweite des Objektivs

und der zu erzielenden Vergrößerung in Beziehung stehen muß, falls die Lichtausbeute der Lichtquelle innerhalb wirtschaftlicher Grenzen bleiben soll.

Für die Abbildung des Bildbandes auf die Projektionsfläche gelten die gleichen Gesetze wie für die Aufnahme. Da hier der abzubildende Gegenstand genau in einer Ebene liegt, ist eine Ablendung zum Erzielen der sogenannten Tiefenschärfe unnötig. Das kleine Filmbildchen soll linear mindestens auf das 50- bis 200fache vergrößert werden. Es sind deshalb auch hier kurzbrennweitige Objektive zu verwenden. Die zur Scharfeinstellung des Bildes auf dem Schirm notwendige Verschiebung des Objektivs erfolgt in der bekannten Weise mittels Trieb und Zahnstange.

Bedeutet f die Brennweite des Objektivs, A den Abstand des Bildschirms vom Objektiv und l , bzw. L die Höhe des Bildfeldes auf dem Film, bzw. auf dem Projektionsschirm, also L/l die Vergrößerung V , so besteht

die Beziehung $f = A \frac{l}{L + l}$, oder da l gegenüber L vernachlässigt werden

kann, mit hinreichender Genauigkeit $V = A/f$. Die Dimensionen des zur Verfügung stehenden Saales bedingen meistens eine bestimmte Aufstellung des Apparates und des Schirms; die Vergrößerung darf nicht unter einem gewissen Maß bleiben, da sonst die Bilder zu klein werden und nicht über eine obere Grenze hinausgehen, die einmal durch die Größe der vorhandenen Wand und zum andern durch die zur Verfügung stehende Lichtquelle und dadurch gegeben ist, daß bei zu starker Vergrößerung das Silberkorn des Films auf dem Schirm stört und die Zeichnung der Bilder unscharf wird. Hieraus folgt, daß die Brennweite des Objektivs der Größe des Saales innerhalb gewisser Grenzen sich anpassen muß. Während also für ein ortsfestes Kinotheater ein Objektiv genügt, muß ein Wandertheater mehrere Objektive besitzen, um sich den verschiedenen Sälen anpassen zu können.

XIV. Die Führung des Bildbandes vor und hinter dem Bildfenster.

Bei den mit Film arbeitenden Aufnahmeapparaten befindet sich wohl ausnahmslos und bei den größeren Vorführungsapparaten meistens das Bildband, vor dem es in das Werk eintritt und nachdem es dieses durchlaufen hat, in Trommeln auf in diesen drehbar gelagerten Spulen. Die Vorratsspule, von der das Band abläuft, bedarf, falls sie nicht zu schwer ist, keines besonderen Antriebes, da das ablaufende Band sie in Drehung versetzt, doch kann ein solcher vorhanden sein. Die Aufnahmespule, der das Band zugeführt wird, muß in Drehung versetzt werden. Da der Durchmesser der Spulen sich ändert — bei der Vorratsspule ständig abnimmt und bei der Aufnahmespule wächst —, so muß die Winkelgeschwindigkeit diesem Umstande angepaßt werden. Die Kupplung der Aufnahmespule mit dem Werk ist deshalb meistens kraftschlüssig und nicht zwangsläufig. Man treibt sie häufig durch einen von einem elastischen Band oder von einer zu einem Band zusammengefügt Schraubenfeder gebildeten Schnurlauf an. Sobald die Spannung in dem Bildband steigt, verlängert sich der Schnurlauf, seine Reibung läßt nach und die Kupplung zwischen dem Werk und der Spule wird so lange unterbrochen, bis durch das vom Werk zugeführte Bildband die Spannung in diesem wieder gesunken ist. Sicherer kann dieser Zweck noch erreicht werden, wenn der den Antrieb der Bandspule vermittelnde Schnurlauf über eine Spannrolle geführt wird, die auf einem Winkelhebel sitzt, dessen zweiter Arm eine Rolle trägt, über die das Bildband läuft. Wird der Zug in dem Bande zu groß, dann bewegt sich der Winkelhebel so, daß die Spannrolle den Schnurlauf schlapp werden läßt, mithin die Aufnahmespule sich weniger rasch dreht oder für kurze Zeit stillsteht¹⁾. Ist diese Vorrichtung vor der Vorratsspule angebracht, so muß natürlich der Winkelhebel umgekehrt bei Abnahme der Spannung im Bildbande den Schnurlauf straffer anziehen und dadurch die Spule mit dem Werk kuppeln oder die Spule bremsen, bzw. freigeben²⁾. Bei Apparaten mit nur kurzen Bildbändern kann man auf die Aufnahmespule und -trommel verzichten und das Band in einen Behälter (Korb) unregelmäßig hinabfallen lassen.

Umwickler. Ist das ablaufende Band auf einer Spule aufgewickelt worden, so muß es, bevor es wiederum benutzt werden kann, umgewickelt werden, da sein Anfang jetzt ja innen liegt. Man benutzt hierzu

¹⁾ D. R. P. 250.812 von Blair.

²⁾ Z. B. D. R. P. 250.694 von O. Greifenhagen.

meistens einen von Hand oder durch einen kleinen Motor angetriebenen Umwickler, der im wesentlichen aus zwei auf einer Grundplatte sitzenden Achsenlagern besteht, in deren eines die Spule mit dem Bande und in deren anderes eine leere Spule kommt; man kann das Umwickeln dazu benutzen, das Band von Staub zu befreien, indem man es zwischen beiden Spulen durch eine aus mehreren Bürsten und Walzen bestehende Reinigungsvorrichtung hindurchführt. Dem Reinerhalten des Bandes kommt eine sehr große Bedeutung für dessen Lebensdauer zu. Staubteilchen im Werke sind unvermeidlich; setzen sich diese auf dem Bande fest, so werden sie beim Aufwickeln in die leicht verletzliche Schicht, aber auch in das Zelluloid der Rückseite eingedrückt und geben zu unangenehmen Rissen Anlaß. Auch beeinträchtigt eine Staub- oder Schmutzschicht die Lichtdurchlässigkeit des Bandes und somit die Helligkeit des Bildes. Auch eine Meßvorrichtung läßt sich hier leicht anbringen. Diese besteht aus einem Zählwerk, das die Umdrehungen einer Stiftwalze von bekanntem Umfang anzeigt, die mit ihren Stiften in die Lochungen des Bandes eingreift und von diesem in Umdrehungen versetzt wird. Man kann übrigens, um das lästige Umwickeln zu vereinfachen, den Umwickler mit dem Werk selbst vereinigen, wie dies C. Pahl angegeben hat. Es wird zu diesem Zweck die Achse der vorn unterhalb des Kinematographen gelagerten Filmaufwickelspule verlängert, so daß auf diese Verlängerung eine zweite ein durch den Kinematographen zuvor verkehrt aufgewickelter Band enthaltende Rolle gelagert werden kann, von der das Band durch die Bewegung des Kinematographentriebwerkes ab- und auf eine auf einer entweder direkt vom Kinematographentriebwerk in Drehung gesetzten, am Kinematographen vorgesehenen oder in einem besonderen Lager gelagerten, mit der Achse der Aufwickelbüchse oder dem Triebwerk gekuppelten Achse aufgesteckte Rolle umgewickelt wird¹⁾.

Das Umwickeln kann auch dadurch erspart werden, daß man ein zweireihiges oder allgemein ein Band mit einer geraden Zahl von Bildreihen nebeneinander benutzt, bei dem die Fortschreitung der Bilder in je zwei nebeneinanderliegenden Reihen entgegengesetzt gerichtet ist. Es liegt dann immer der Anfang mindestens einer Bildreihe in der Spule obenauf.

Endlose Bänder. Eine besondere Stellung nehmen hier die Apparate mit endlosen Bildbändern ein; es sind dies meist solche für automatischen Betrieb, bei denen die einzelnen Vorführungen desselben Bandes unmittelbar einander folgen. Man kann hier das Band in einen Behälter laufen lassen, in dem es sich in willkürlichen Schlingen anordnet und dem es dann unten wieder entnommen wird. Doch werden dem Bande hier leicht unzutragliche Knickungen zugemutet und außerdem erfordern die Behälter viel Raum im Vergleich zu den regelmäßig aufgespulten Bändern. Wenigstens die Möglichkeit des Knickens fällt dann weg, wenn man das Band im Behälter über Hänge führt, wie sie aus der Papierfabrikation für Papierbahnen, welche trocknen sollen, bekannt sind. Es wird dann eine größere Zahl von Rollen benutzt, die in zwei parallelen Reihen, eine oben und eine unten, in einem geschlossenen Kasten angeordnet sind. Die untere Rollenreihe hat man zweck-

¹⁾ D. R. P. 199.477.

mäßig durch lose auf den Bildbandschlingen an deren tiefsten Punkten reichende einzelne Rollen ersetzt, welche durch ihr Gewicht das Band spannen und so geringe Längenänderungen des benutzten Bandes zulassen. Bei langen Bändern kann der am Ende des Bandes wirkende Zug nicht ausreichen, um die Rollen alle in Drehung zu versetzen, es würde sonst das Band zu sehr beansprucht. Die oberen Rollen sollen deshalb alle oder doch zum Teil durch eine zwangsläufige oder kraftschlüssige Kupplung mit der Antriebsvorrichtung so in Verbindung stehen, daß sie sich so rasch drehen, als es der notwendigen Fördergeschwindigkeit des Bandes entspricht. (Abb. 95. S. 141).

Entnahme des Bandes von innen. Einen besonderen Weg ist eine Reihe von Konstrukteuren gegangen, indem sie das ablaufende Bildband der Vorrattstrommel nicht von außen, sondern von innen entnehmen. Diese Anordnung kann für offene und für endlose, geschlossene Bänder mit gleichem Vorteil benutzt werden. Im ersten Fall erspart man das Umwinden zwischen zwei Vorführungen und hat am Ende der Vorführung das Band wieder zur Benutzung fertig, im zweiten Fall kann man ohne anzuhalten im Dauerbetrieb arbeiten.

Der erste, einfachere Fall ist von Icaacs angegeben¹⁾. Die Bandrolle steht auf einem wagerechten, drehbaren Tisch hochkant; sie ist ohne eine Innenspule nur an ihrem Umfang durch Stifte gehalten, so daß das Band ohne weiteres innen entnommen werden kann. Es wird über eine wagerechte Führungswalze nach außen und dann nach oben geführt, läuft also durch den Kinematographenapparat umgekehrt, wie gebräuchlich, von unten nach oben und wird oben in üblicher Weise auf eine Aufnahmetrommel gewunden, die mit dem Tischchen für die Vorrattsspule in bekannter Anordnung durch eine elastische Kupplung verbunden ist. Bei dem Apparat von W. Winzen folgt die das Aufwinden besorgende Transportrolle der nach innen hin wachsenden Filmspule²⁾.

Innerhalb der oben durch den Deckel 26 verschließbaren Feuerschutztrommel 3 (Abb. 108) liegt der Filmaufwickelbehälter 4, der auf einer drehbaren Scheibe 6 ruht und mittels Gelenkverschlüssen 29 gehalten wird. Der Antrieb dieser Scheibe 6 erfolgt vom Kinematographen aus, welcher durch ein geeignetes Übertragungsmittel 7 mit der Achse 8 in Verbindung steht, mit der die drehbare Scheibe 6 fest verbunden ist. Auf ihr befindet sich ein Kegelrad 10, welches die eigentliche Filmaufwickelvorrichtung betreibt. Diese besteht aus der Transportrolle 11, welche an einem radial ver-

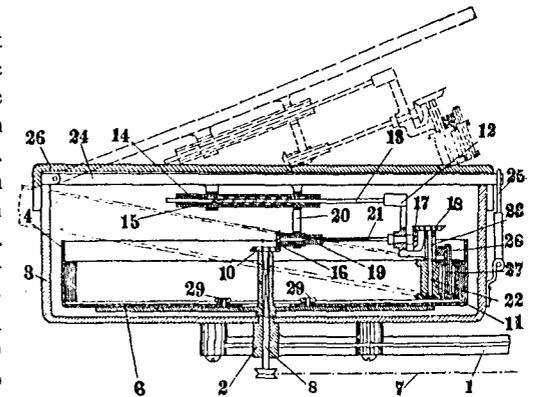


Abb. 108.

¹⁾ Amerik. Pat. 845.551.

²⁾ D. R. P. 234.074.

schiebbaren Arm 12 befestigt ist. Dieser sitzt an der Führungsstange 13, die in einem Rohr 14 gleitet, in dem sich eine Feder 15 befindet, die die Transportrolle 11 nach außen drängt. Die Führungsstange 13 ist gegen Verdrehung innerhalb des Rohres 14 gesichert. Die Transportrolle 11 wird von dem Kegelrad 10 vermittelt der Zwischenräder 16, 17, 18 gedreht. Der Abstand der beiden Kegelräder 16 und 17 voneinander ist durch folgende Einrichtung veränderlich: Der dem Rad 16 benachbarte Teil 19 der Achse ist als Rohr ausgebildet und in einem Arm 20 drehbar, aber gegen Verschiebung gesichert gelagert. Der andere Teil 21 ist vierkantig ausgeführt und in dem Arm 12 drehbar gelagert. Der innere Teil 21 kann sich also in dem äußeren Teil 19 verschieben, muß aber an dessen Drehung teilnehmen. Die Achse 22 der Transportrolle 11, sowie diese selbst, werden von dem Arm 12 getragen, welcher deshalb ein Augenlager 23 hat. Die einseitige Lagerung der Transportrolle ermöglicht, daß diese so tief in den Behälter geführt werden kann, daß der Film an seinen beiden seitlichen Lochreihen gefaßt wird, wobei er am Boden sowie an der inneren Wandung fest anliegt. Auf die Transportrolle 11 setzt sich eine federnd angeordnete Filmdruckrolle 27, welche an einem hohlen Zapfen des Augenlagers 23 befestigt ist. Innerhalb des Zapfens ist eine Feder 28 vorgesehen, die die Druckrolle 27 gegen die Transportrolle 11 preßt. Damit der Film von der entgegengesetzten Seite ebenfalls an die innere Behälterwandung angeedrückt wird, kann eine weitere Andrückrolle vorgesehen werden, welche sich in einem besonderen Führungsrohr radial verschieben läßt. Die Aufwickelvorrichtung ist an einem umlegbaren Hebel 24 befestigt, welcher durch einen außerhalb der Feuerschutzkappe 3 angebrachten Verschluss 25 festgehalten wird. Auf diese Weise kann durch Umlegen des Hebels 24 der Rollfilm vollständig freigelegt werden, um ihn leicht entfernen zu können. Der Film wird an der entgegengesetzten Seite der Transportrolle 11 in schräger Richtung, wie punktiert angegeben, in den zylindrischen Behälter 4 geleitet. Zu diesem Zwecke hat der Behälter oben eine Eintrittsöffnung.

Der Anfang des Rollfilms wird, wie er von dem Kinematographen kommt, an die innere Wandung des zylindrischen Behälters 4 gelegt und die Transportrolle 11 angedrückt und alsdann zwischen der Druckrolle 27 und der Transportrolle 11 hindurchgeführt. Da nun die Aufwickelvorrichtung mit dem Mechanismus des Kinematographen direkt gekuppelt ist, so wickelt sich der Rollfilm in gleicher Weise auf, wie er sich am Kinematographen abwickelt. Je mehr Film auf die Spule kommt, desto mehr verschiebt sich die Transportrolle 11 selbstständig nach der Mitte des Behälters 4 hin.

Die Apparate von H. K. Sandell und die von H. S. Mills¹⁾ sind für endlose Bänder bestimmt, welche in der üblichen Weise von oben nach unten durch das Bildfenster wandern. Das Bildband steht hochkant als kernlose Rolle auf einer um ihre vertikale Achse 9 drehbaren Scheibe 10 (Abb. 109 und 109 a), welche durch das Werk des Kinematographen stetig gedreht wird. Diese Scheibe hat einen Ringflansch 11, gegen dessen Außenwand sich die innerste Windung des Bildbandes 13 legt. An der unteren Seite trägt die

¹⁾ Amerik. Pat. 887.431, 890.936, 916.788, 918.883, 918.884. Die folgende Beschreibung entspricht dem im D. R. P. 209.139 von H. St. Mills enthaltenen Teil.

Scheibe einen mit einer Hohlkehle versehenen Wulst 12; in diese legt sich die endlose Schnur 32 ein, die über das Rad 36 des Scheibe und mit ihr dem über die Rollen 33, 34 und 35 läuft und so die die Filmspule in Drehung versetzt. Die innerste Windung des Bildbandes 13 wird hierbei an einer konisch nach unten hin sich verjüngenden Walze 16, deren Achse in dem nach oben klappbaren Träger 14 gelagert ist, abgenommen und nach außen, und zwar zunächst nach oben geführt. Gleichzeitig wird das Band um 90° gedreht, so daß es über die horizontale Walze 21 hinweg aus der oben durch den Deckel 8 verschlossenen Bandtrommel 6 durch einen Schlitz hindurch nach unten dem Kinowerk zugeleitet werden kann. Nachdem das Band das Werk passiert hat, wird es durch die Walze 20 nach oben geleitet, tritt bei der schrägen Rolle 18 wieder in die Trommel ein und legt sich nun als äußerste Windung auf die Filmspule. Will man an dem Apparat oben die Entwicklung in die

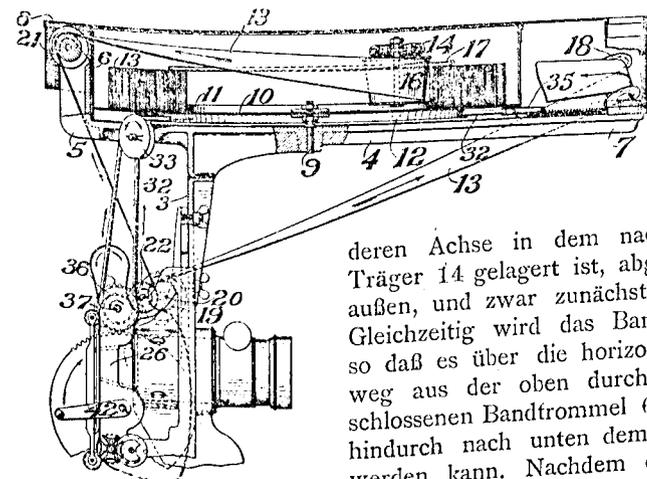


Abb. 109.

wieder in die Trommel ein und legt sich nun als äußerste Windung auf die Filmspule. Will man an dem Apparat oben die Entwicklung in die

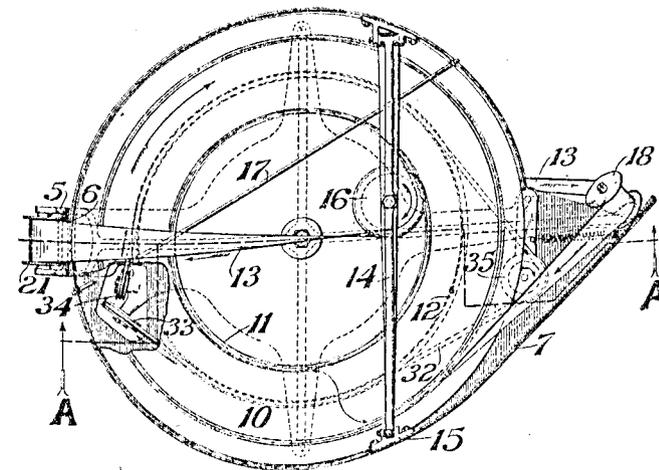


Abb. 109 a.

Breite vermeiden, so ist es erforderlich, der Bildbandrolle einen Kern zu geben, das Band muß aber dann auf dem Kern leicht gleiten können und außerdem muß dieser an einer Stelle geöffnet sein, um das Band nach außen

abführen zu können. Zu diesem Zwecke erhält der Kern einen Kranz leicht drehbarer Rollen, die entweder durch den im Bande auftretenden Zug gedreht werden und dabei das Band über sich hingleiten lassen, oder noch besser unabhängig von diesem Zug vom Bewegungsmechanismus des Apparates

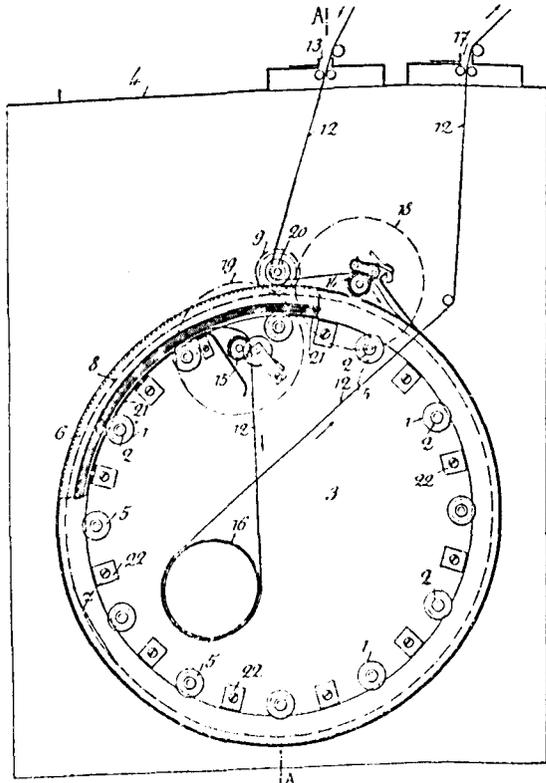


Abb. 110.

gedreht werden und so das Band durch Reibung weiterdrehen. An dem Rande einer ortsfesten, nicht drehbaren Scheibe 3 (Abb. 110), sitzen mit ihren Achsen 2 die leicht beweglichen Rollen 1, welche mit ihren Rändern ein wenig zwischen den gleichfalls an der Scheibe 3 befestigten Bogenstücken 21 herausragen¹⁾. Diese vorstehenden Teile der Rollen 1 bilden die Auflage für die herumgeführten Windungen des Films 12. Die Rollen 1 sind an beiden Seiten bei 5 auf einen etwas kleineren Durchmesser abgedreht. Auf diesen Teilen sitzen zwei drehbare Ringe 6 und 7, welche die Bildbandwindungen beiderseits zusammenhalten. Die Ringe 6 und 7 nehmen bei ihrer Drehung entweder durch Reibung die Rollen 1 mit oder sie können an ihrer Innenseite

¹⁾ H. Coulon, Franz. Pat. 408.611; eine Ausführungsform, bei der nur eine mit ihrem Mittelpunkt etwas außerhalb des Kranzes der übrigen Rollenmittelpunkte liegende Rolle angetrieben wird, findet sich in dem D. R. P. 233.962 desselben Erfinders. Vgl. auch Amerik. Pat. 969.288 von F. Knott.

auch als Zahnkränze ausgebildet sein und in die gleichfalls gezahnten Teile 5 der Rollen 1 eingreifen. In den außen mit einem Zahnkranz 8 versehenen Ring 6 greift das Zahnrad 9 ein, über dessen Rolle 20 der auflaufende Teil des Bildbandes geführt ist. Die Förderung des Bandes erfolgt bei einer Drehung des Rades 9 nun in folgender Weise. Die Ringe 6 und 7 werden durch das Rad 9 in der Richtung des Uhrzeigers gedreht und drehen die Rollen 1 im gleichen Sinne. Die auf dem Rollenkranz sitzende Bildbandspule wird durch Reibung von den Rollen 1 mitgenommen und gibt ihre innerste Windung bei der Rolle 15 nach innen hin ab. Das Band wird über die aus der Ebene der Scheibe 3 heraustretende Rolle 16 herum und nach oben hin dem Werke zugeführt, von dem es im Kreislauf über die Öffnung 13 dem Kasten 4 und der Rolle 20 wieder zugeführt wird. Ist der Durchmesser des Rollenkranzes verhältnismäßig groß, so kann auch bei bedeutender Gesamtlänge des Bandes vermieden werden, daß im Bande die wegen des nach außen hin wachsenden Durchmessers der Windungen unvermeidlichen Spannungen zu für das Band gefährlicher Höhe anwachsen.

Es bedarf keiner weiteren Erwähnung, daß alle Rollen und Walzen möglichst leicht drehbar sein müssen; insofern sie vom Werk angetrieben werden, muß ihre Umlaufgeschwindigkeit auf das genaueste ausgeglichen sein, so daß keine Spannungen im Bande eintreten können. Rollen, über die die Vorderseite des Bandes geführt werden muß, dürfen dieses nur an den bildfreien Rändern berühren, um das Zerkratzen der Schicht zu vermeiden. Aber auch für Rollen, auf denen das Band mit der Rückseite anliegt, ist diese Maßnahme angebracht, um hier Beschädigungen desselben, die sich ja gleichfalls im Bilde zeigen müssen, hintanzuhalten.

XV. Anordnung der Bilder auf breiten Bändern, rechteckigen und runden Platten, sowie auf Trommelmänteln. Röntgenkinematographie.

Der schmale Film hat dem Kinematographen die Welt erobert. Dieser aber hat sich jenem nicht treu erwiesen. Immer wieder versucht er sich von dem langen schmalen Band frei zu machen und zu anderen Formen für den Bildträger zurückzukehren. Die Länge des Bildbandes hat gewisse Schwierigkeiten der Handhabung und vor allem große Kosten für das Rohmaterial im Gefolge. Könnte man jedes Bild auf einer wesentlich kleineren Fläche anordnen, es aber trotzdem in der jetzt gebräuchlichen Größe auf dem Schirm projizieren, so wäre damit für das Kinematographengewerbe ein sehr großer Fortschritt erzielt. Ob ein Film, wenn er in einem Schrank eingeschlossen ist, also nicht abgenutzt wird, dauernd erhalten bleibt, oder ob das Zelluloid plötzlich zerfällt oder sich doch wenigstens stark verändert und unbrauchbar wird — man hat doch schon die Gründung wissenschaftlichen Zwecken gewidmeter Filmarchive angeregt — ist eine Frage, die bis jetzt noch unbeantwortet ist. Kurz, eine Reihe von Gründen spornt stets von neuem dazu an, das lange, schmale Band durch etwas anderes zu ersetzen.

Will man nur von der übergroßen Länge des Bandes sich befreien, so kann man besonders breite Bänder wählen; sollen die Bilder mit geringerer Vergrößerung vorgeführt werden, als sie im Kinotheater erforderlich ist, so kann man es bei der gewöhnlichen Breite des Bandes belassen, dafür aber wie bei den breiteren Bändern mehrere Bildreihen auf einem Bande anordnen, dieses in beiden Richtungen wiederholt abrollen und nacheinander die verschiedenen Reihen vor das Objektiv bringen. Handelt es sich um verhältnismäßig kurze Szenen, so können die Bilder auf dem Mantel einer Trommel in Schraubenlinien oder auf einer runden Scheibe in Kreisen oder besser in Spiralen angeordnet werden. Man kann aber auch ebene viereckige Platten benutzen, auf denen die Bilder im Zickzack liegen. Im allgemeinen handelt es sich hier nicht um Theaterapparate, sondern um sogenannte Salonapparate oder auch um Spielzeugkinematographen. Sollte es aber der Photochemie gelingen, lichtempfindliche Emulsionen von überaus feinem Korn herzustellen, so könnte man vielleicht an ein Verdrängen der Films denken. Denn man könnte dann auf Platten von handlichen Abmessungen sehr stark verkleinerte Diapositive in großer Zahl unterbringen. Eine kreisförmige Platte von 40 cm Durchmesser hat auf dem äußeren Ring von 10 cm Ringbreite 94.200 mm². Könnte man also die Positive auf das Format

3 × 4 mm verkleinern, so könnte man auf einer solchen Platte über 7000 Teilbilder unterbringen, eine Zahl, die heute einen Film von etwa 135 m Länge erfordert, der im rohen Zustand, also ohne die Kosten der Bildherstellung, einen Wert von etwa 60 M. darstellt, während eine Platte von 40 cm Durchmesser zwei bis drei Mark kostet. Man kann wohl mit Bestimmtheit annehmen, daß die Kinematographie, falls eine Platte von verschwindend kleinem Korn bei hinreichender Lichtempfindlichkeit vorhanden sein wird, sich dieser zuwenden und den Film verlassen wird. Aussichtsvoller erscheint noch der Weg, die Aufnahmen auf dem gebräuchlichen Bande zu machen, die Kopien aber durch Projektion auf einer solchen Platte oder einem Film von sehr kleinem Korn, wenn auch von geringerer Lichtempfindlichkeit in stark verjüngtem Maßstabe herzustellen und so wenigstens an dem Positivmaterial wesentlich zu sparen. Vielverheißende Ansätze in dieser Richtung sind schon vorhanden.

Apparate mit mehrreihigem Film. Als ein Typus dieser Apparate sei der unter dem Namen Salonkino im Handel befindliche der Firma Messters Projektion betrachtet. Der Film von normaler Breite hat vier Bildreihen nebeneinander, jedes einzelne Bildfeld bedeckt nur $\frac{1}{16}$ der üblichen Fläche, da aber die Projektion auf einen entsprechend kleinen Schirm erfolgt, so genügt dies vollkommen.

Die Bilder der Reihen I und III laufen in dem einen, die der Reihen II und IV in entgegengesetztem Sinne¹⁾. Diese Anordnung der Bilder macht, wenn alle Reihen unmittelbar nacheinander vorgeführt werden sollen, zwei weitere Abänderungen gegenüber dem Kino mit einreihigem Bande notwendig. Es ist erforderlich, daß das Werk das Band in beiden Richtungen an dem Bildfenster schrittweise vorbeiführen kann, und es muß entweder das Band gegen das Bildfenster und die Optik oder umgekehrt diese gegen das Band seitlich verschoben werden können. Hier ist letztere Anordnung gewählt. Das Schema des Schaltwerkes zeigt Abb. 111. Die Transportwalze 2 besorgt die stetige Förderung des Bandes 3, in das sie zweimal eingreift. Das Band läuft zunächst, von der Rolle 4 mittels der Führungsrollen 5 geführt, nach dem oberen Schläger 6, von hier durch den Filmführungskanal 7, sodann nach dem unteren Schläger 8 und endlich, wieder mittels der Führungswalzen 5 geführt, zurück nach der Transportwalze 2, worauf der Film frei nach abwärts gleiten kann. Der Antrieb der Transportwalze 2 erfolgt mittels des Zahnrades 9, welches mit einem Zahnrad 10 der mit einer Kurbel angetriebenen Hauptantriebs-

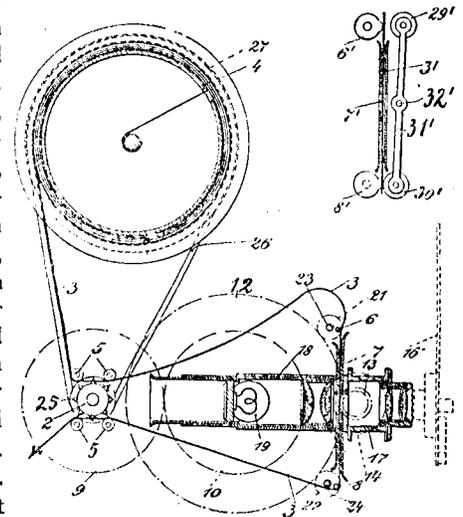


Abb. 111.

¹⁾ D. R. P. 222.393.

welle in Eingriff steht. Auf dieser Hauptantriebswelle sitzt noch ein größeres Zahnrad 12, welches mittels des Zahnrades 13 und unter Vermittlung von Kegeln die Blende 16 dreht. Der Antrieb der beiden Schläger 6, 8 erfolgt durch das bereits erwähnte Zahnrad 12, indem dieses in kleinere Zahnräder 21, 22 der Schlägerachsen 23, 24 eingreift. Quer zum Filmführungskanal 7 sind das Objektiv 17 und die in einem Gehäuse 18 untergebrachte Lichtquelle 19 gemeinsam verschiebbar, um nach jeder Vorführung eine Bildreihe das Objektiv vor eine andere Bildreihe bringen zu können und so durch Ab- oder Aufrollen des Filmstreifens eine neue Vorführung bewerkstelligen zu können. Von den beiden Schlägern wirkt immer nur der

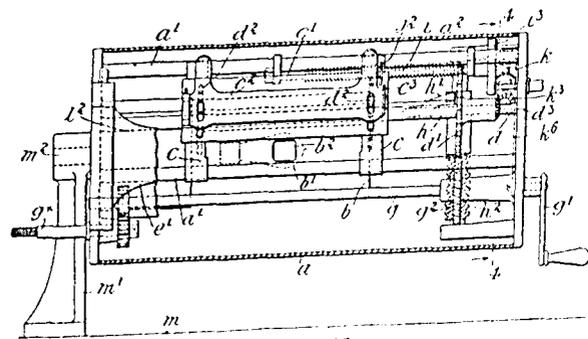


Abb. 112.

in der jedesmaligen Ablaufrichtung des Bildbandes hinter dem Bildfenster liegende, während der andere leer mitläuft. Statt der Schläger kann auch ein Antrieb mittels Reibungswalze gewählt werden. Es sitzt dann je eine solche 6' und 8' vor und hinter dem Bildfenster 7'. Je nachdem, ob die Gegendruckrolle 29' oder 30' durch Drehen

des Armes 31' um die Achse 32' das Bildband berührt, wird die Walze 6' oder die Walze 8' wirksam. Das Umstellen des Armes 31' erfolgt gleichzeitig mit dem Verstellen der Optik¹⁾. Breite Filme lassen sich sehr bequem in endloser Form anwenden; die Bilder liegen dann in einer Schraubenlinie. Ein Beispiel hierfür bietet der Apparat der Rotary Photographic Comp. Ltd.

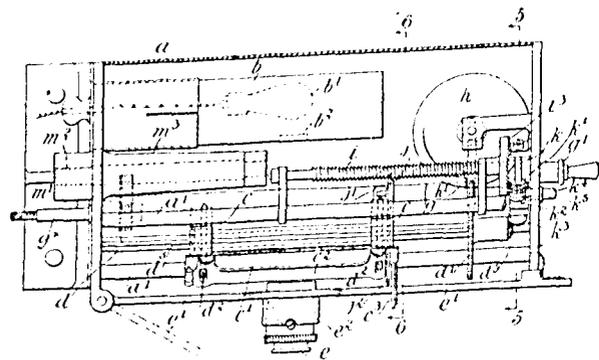


Abb. 113.

Es ist hier der ganze Fortschaltmechanismus in einer zylindrischen, drehbaren Trommel untergebracht, über die das Bildband lose zwischen zwei Führungsplatten gleitet. Das Band wird hier nur bei der Linse durch einen Führungsarm gegen eine Abflachung an die Trommel gepreßt. Es ist deshalb sehr leicht auswechselbar. Abb. 112 zeigt eine Vorderansicht mit teilweise weggebrochenem Mantel, Abb. 113 eine Ansicht von oben, Abb. 114 einen Querschnitt nach

¹⁾ D. R. P. 225.878.

der Linie 4—4 der Abb. 112, Abb. 115 einen solchen nach 5—5 und Abb. 116 einen solchen nach 6—6 der Abb. 113.

„a ist der äußere Mantel, der das Werk umschließt. In ihm liegt ein Rohr b, das zur Aufnahme der Lichtquelle b¹ dient. Durch eine mit einer Linse b² abgeschlossene Öffnung hindurch gelangt das Licht auf das Bildfenster a³ und den Film. c ist der Filmhalter, der sich quer durch das Gehäuse a auf den feststehenden Führungsschienen a¹, a¹ und der die Längsbewegung vermittelnden Welle d verschieben läßt. Das Vorderteil a² des Gehäuses ist abnehmbar. Es hat eine schlitzenförmige, quer verlaufende Öffnung a³, über welche der Film sich hinter einer Linse e bewegt. Die Linse e ist in einem zurückklappbaren Arm e¹ angebracht. f ist der Film, dessen längsgerichtete Fortbewegung von Bild zu Bild zwischen einer gebogenen Rückenplatte c¹ um Halter c und einer Vorderplatte c² stattfindet. Diese ist an einem Ende an die Platte c angehängt und am entgegengesetzten Ende zwecks Feststellung mit einem Schnapper versehen. Ferner trägt die Vorderplatte c² zwecks Handhabung, wenn das Vorderteil a² des Deckels geschlossen ist, einen Griff c³, welcher in die Öffnung a³ eingreift. Der Betrieb des Apparates

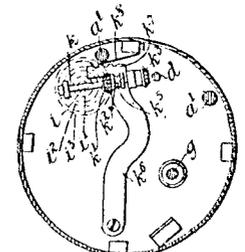


Abb. 114.

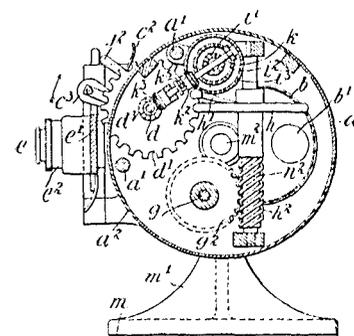


Abb. 115.

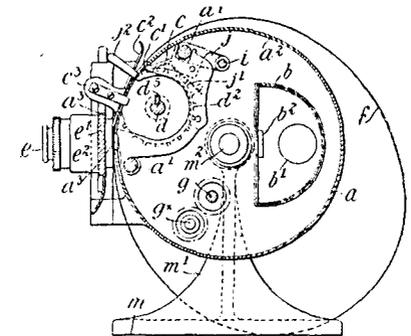


Abb. 116.

von Hand geschieht durch die Kurbel g¹, welche die Hauptwelle g mit Schneckenrad g² antreibt. Letzteres bewirkt die Drehung der Schnecke h² zusammen mit einer oberhalb angeordneten Scheibe h, die an einer Stelle aufgeschnitten und aufgebogen ist, so daß die vorstehende Kante h¹ als Hebedaumen wirkt. Die Peripherie dieser Scheibe greift in die Zahnluken eines Rades d¹, welches fest mit der Triebwelle d verbunden ist und letztere Schritt für Schritt dreht. Auf derselben Welle d und ein wenig aus Schlitz in der Hinterplatte c¹ des Schlittens hervorstehend, befinden sich zwei durch ein auf der Welle gleitendes Zylinderstück verbundene Stifträder d², welche dazu dienen, in die Führungslöcher f² des Films einzugreifen. Während des größeren Teiles des Umganges von Scheibe h greift deren flacher Teil in eine der Zahnluken des Rades d¹ und hält dieses dadurch fest. Dann sind

auch die Vortriebsräder d^2 für den Film festgestellt. Das geschieht während eines so langen Zeitraumes, als notwendig ist, um jedes einzelne Bild des Films zu zeigen. Sobald aber der erhöhte Teil h^1 der Scheibe h das Rad d^1 erreicht, faßt er dessen nächsten Zahn und dreht beim Weitergange der Scheibe dieses Rad d^1 und damit auch die Räder d^2 schnell um einen Winkel fort, der mit der Entfernung zwischen zwei Bildern auf dem Film übereinstimmt. Um die Seitenbewegung des Filmschlittens zu ermöglichen, ist die Welle d , auf welcher die Stifträder d^1 sitzen, mit einem über die ganze Länge sich erstreckenden Vorsprung d^5 versehen, den das die Räder tragende Zylinderstück mit einer Nut umfaßt, so daß die Räder sich mit der Welle d sowohl drehen als auch auf ihr verschieben können.

Die Linse e ist in einem Objektivrohr e^2 angebracht, das an dem drehbaren Arm e^1 befestigt ist und eine Öffnung e^3 in der Größe der reduzierten Bilder des Films besitzt. Diese Öffnung e^3 befindet sich gegenüber dem Schlitz a^3 der beweglichen Platte a^2 , welcher wieder gegenüber der Beleuchtungslinse b^2 liegt. Das Bild kann in vergrößerter Form projiziert werden. Man kann es aber auch unmittelbar mit dem Auge betrachten und dabei zur weiteren Vergrößerung noch ein Linsensystem einschalten. Um das Beobachten der Bilder zu erleichtern, kann der Apparat am Gelenkarm e^1 mit einem Trichterrohr, welches die Vergrößerungslinsen enthält, versehen werden. Dieser Trichter kann auch einen Lichtschirm erhalten, auf welchem die Bilder projiziert werden.

Das Gehäuse des Apparates ist auf einer Grundplatte m vermittelt eines einzigen Bockes m^1 befestigt. Der Bock m^1 trägt oben eine horizontale Achse m^2 , welche in die Nabe m^3 des Gehäuses eingreift. Das Gehäuse ist somit einer teilweisen Umdrehung auf der Achse m^2 fähig, so daß, wenn der Vorführende anstatt der Projektion auf einem Schirm ein unmittelbares subjektives Beobachten für jeden einzelnen Zuschauer beabsichtigt, das ganze Gehäuse a auf der Achse m^2 gedreht werden kann. Dies ist zur Vermeidung des Umspannens des Bildbandes notwendig, weil die Bilder bei der Projektion umgekehrt werden, also bereits umgekehrt auf dem Film dargestellt zu werden pflegen, dagegen müssen sie für die direkte Ansicht aufrecht stehen. Um dem Vorführenden zu ermöglichen, die Kurbel g^1 mit der rechten Hand zu drehen, wenn das ganze Gehäuse umgekehrt ist, wird die Kurbel abgeschraubt und auf der Welle g^x am anderen Ende des Apparates angebracht.

Das freie Ende des äußeren Gehäuses von der Fußplatte m erlaubt den schleifenförmigen Film f leicht über dasselbe zu heben und an seinem richtigen Platz auf dem Schlitten anzubringen, wobei der lose hängende Teil des Films zwischen dem Gehäuse und der Fußplatte herabhängt.

Die Seitwärtsbewegung des Halters erfolgt nicht absatzweise, sondern stetig. Zu diesem Zweck ist parallel zu den Führungsschienen a^1 eine Schraubenwelle i angebracht, in deren Gewinde ein Zahn j einfaßt, welcher die Bewegung durch einen annähernd C-förmig gebogenen Hebel auf den Schlitten überträgt. Einer der Arme des genannten gebogenen Hebels wird in normaler Lage vermittelt einer Feder j^1 in die Transportschraube i gedrückt, und sein zweiter Arm j^2 ragt nach vorn durch die Platte c^1 , so daß er von der Hand des Vorführenden erfaßt werden kann, um den Zahn j zum Zwecke der Einstellung auf eine beliebige Bildreihe von der Zuführungs-

schraube zu befreien und den Wagen zurückzuführen oder in anderer Weise mit der Hand bewegen zu können. Die Schraubenspindel wird zweckmäßig von der Triebwelle d gedreht vermittelt einer Steuerung, bestehend aus Welle k , die ein vereinigtetes Getriebe und konisches Rad k^1 mit einer Nabe k^2 trägt. Das Rad k^1 kämmt mit einem der auf der Schraubenwelle i sitzenden konischen Räder i^1 , i^2 oder i^3 , während das andere Ende der Welle k mit einem konischen Rad k^3 versehen ist, welches mit dem konischen Rad d^3 auf der Wagenwelle d in Eingriff steht.

Um das Benutzen von Films mit schraubenförmigen Linien verschiedener Höhe zu erlauben, so z. B. um längere oder kürzere Bilderserien vermittelt einer weiteren oder engeren Anordnung der Windungen unterzubringen, ist die Ganghöhe der Seitenbewegung des Schlittens veränderlich gemacht. Zu diesem Zweck ist die Einrichtung getroffen, daß die Schraubenwelle i mit verschiedener Geschwindigkeit angetrieben werden kann. In dem vorliegenden Falle sind drei verschiedene Geschwindigkeiten vorgesehen: eine vermittelt des kleinen konischen Rades i^1 , eine weitere vermittelt eines größeren konzentrischen Triebrades i^2 , in das das konische Rad k^1 eingreift, und die dritte oder langsamste Geschwindigkeit vermittelt eines noch größeren Triebrades i^3 , mit dem das Rad von k^1 auch in Eingriff gebracht werden kann. Das Rad k^1 ist daher auf der Welle k verschiebbar angeordnet vermittelt eines Griffes k^4 , der durch einen Schlitz aus dem Gehäuse hervorragt und mit seinem kürzeren Ende k^5 in eine Nut der Nabe k^2 einfaßt, so daß das Rad k^1 je nach Wunsch mit den Rädern i^1 , i^2 , i^3 in Eingriff zu bringen ist. Damit diese Räder immer richtig einfassen, sind die Nabe k^2 und der Griff k^4 an einem Hebel k^6 befestigt, der an seinem freien Ende in ein Segment k^7 endigt, welches mit drei Einschnitten versehen ist. In diese Einschnitte greift eine Feder k^8 ein, wodurch eine Feststellung des Hebels k^6 bewirkt wird, wenn das Getriebe verstellt worden ist¹⁾.

Bei dem Apparat von A. de Giglio sollen, wie dies früher in ähnlicher Weise schon Alberini & Cappelletti²⁾ vorgeschlagen hatten, als Träger der breiten Filmspulen Walzen dienen, die alle auf einem in der Längsrichtung der Walzen verschiebbaren Schlitten gelagert sind. Es wird hier beabsichtigt, die für Rollkameras gebrauchten, überall erhältlichen Bildbänder zu benutzen. Der Schlitten wird, ohne daß eine Schaltung in der Längsrichtung des Films erfolgt, absatzweise um den Betrag seiner Breite an dem Bildfenster vorbeigeführt, dann wird um eine Bildhöhe weitergeschaltet und hierauf das Band wieder zurückbewegt. Es ist also nur eine verhältnismäßig geringe Zahl von Schaltlöchern notwendig. Es können diese deshalb in dem Apparat selbst in den Film eingepreßt werden. Man kann den Film selbst auch ungelocht lassen und ihn mittels Randlappen auf einem passend gesterteten und gelochten Trägerband befestigen. Die Verschiebung des Schlittens erfolgt dadurch, daß eine an ihm befestigte Rolle in eine in sich

¹⁾ D. R. P. 229.137 oder Brit. Pat. 153 vom J. 1909 oder Österr. Pat 47.491. An denselben Stellen ist auch ein ähnlich gebauter Apparat beschrieben, bei dem die Bilder in vielen Reihen neben- und übereinander auf einem breiten offenen Film liegen. Die Bilder folgen sich hier in Zickzacklinien, wie bei dem an der nächsten Stelle beschriebenen Apparat.

²⁾ D. R. P. 119.426.

zurückkehrende Nut auf dem Umfang eines Zylinders eingreift. Dieser Zylinder wird durch ein dem Malteserkreuz ähnliches Gesperre absatzweise gedreht und schiebt dadurch den Schlitten absatzweise hin und her. In jeder Endstellung greift je eine von zwei Stiftscheiben in die Walze ein, über welche der Film nach Art der Transportwalzen der gewöhnlichen Kinematographen geführt ist. In diesem Augenblicke erfährt diese Walze eine absatzweise Drehung um den Betrag einer Bildhöhe. Es kommt mithin die folgende Filmreihe vor das Bildfenster und der Schlitten wandert um seine Breite unter dem Einfluß des rücklaufenden Astes der früher erwähnten Nut in seine Ausgangslage zurück, um dort dasselbe Spiel von neuem zu beginnen¹⁾.

Rechteckige Platten. Sollten bei dem zuletzt beschriebenen Apparat Films von Formaten benutzt werden, wie sie bei den bekannten

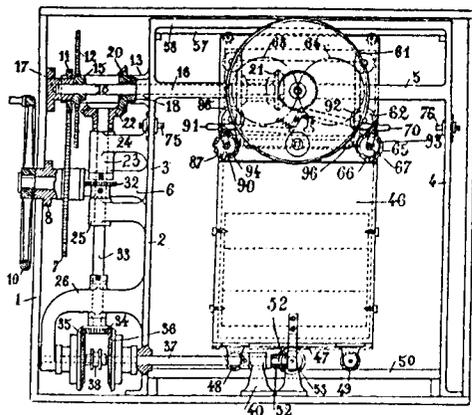


Abb. 117.

Rollkameras gebräuchlich sind, so geht das Streben bei den nun zu betrachtenden Apparaten dahin, die Platten der üblichen Formate in den Dienst der Kinematographie zu stellen. Man ist hier gleichfalls gezwungen, die Bilder im Zickzack einander folgen zu lassen. Da eine Platte nur für eine sehr beschränkte Zahl von Bildern Raum bietet, muß man den Apparat so einrichten, daß eine ganze Folge von Platten rasch nacheinander benutzt werden kann, wie dies z. B. bei dem Apparat von R. A.

Fauconnet der Fall ist. Abb. 117 zeigt die Inneneinrichtung von vorne, Abb. 118 von oben und Abb. 119 von der Seite, teilweise geschnitten.

„An dem Apparatgehäuse 1 ist ein Gestell 2 aus Metall befestigt, welches aus zwei Längsstreben 3 und 4 und Querstreben 58 und 59 besteht. Die Längsstrebe 3 trägt mehrere Lagerstützen, von denen der eine Stützen 6 das eine Ende der Welle für das Triebrad 7 aufnimmt. Das andere Ende dieser Welle ruht in einer Muffe 8 der Gehäusewand. Das Triebrad 7 steht mit einem Zahnrad 11 in Eingriff, welches mit einem Zahnrad 12 fest auf

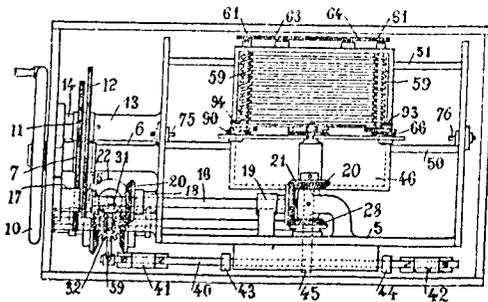


Abb. 118.

¹⁾ D. R. P. 241.156.

derselben Welle sitzt. Das eine Ende dieser Welle ruht in einem Lagerstützen 13 der Strebe 3, während ihr anderes Ende von einer Lagermuffe der äußeren Gehäusewand getragen wird. Das Zahnrad 12 steht seinerseits mit einem Zahnrad 15 einer Welle 16 in Eingriff, deren eines Ende in einer Muffe 17 der Gehäusewand ruht, während ihr Mittelteil von einem Lagerstützen 18 der Strebe 3 und ihr anderes Ende in einem Lagerstützen der Strebe 5 getragen wird. Auf der Welle 16 sind noch zwei Kegelräder 20 und 21 befestigt, von denen das erstere ein Kegelrad 22 antreibt, welches am oberen freien Ende einer senkrechten Welle 23 befestigt ist. Diese Welle ruht in einem Lager 24 der Strebe 3 und trägt an ihrem unteren Ende einen Zahn oder Stift 31, mit dessen Hilfe sie bei jeder vollen Umdrehung das Zahnrad 32 um einen Zahn schrittweise dreht. Dieses Zahnrad 32 sitzt am oberen Ende einer in Lagern 25 und 26 der Strebe 3 ruhenden Welle 33. Am unteren Ende dieser Welle 33 sitzt ein Kegelrad 34, welches gleichzeitig mit zwei Kegelrädern 35 und 36 in Eingriff steht, die lose auf der wagerechten Welle 37 sitzen, welche einerseits in einem besonderen Fortsatz des Lagers 26 und andererseits in einem Lagerkörper 40 Führung erhält. Die beiden Kegelräder 35 und 36 besitzen je eine Ausnehmung, in welche eine verschiebbare Kupplung 38 eingreifen kann, die mit der Welle 37 durch Keil und Nut verbunden ist. Die Kupplung 38 wird von einer Gabel 39 umgriffen, welche mit einer Stange 40 fest verbunden ist, die in zwei Trägern 41 und 42 des Gehäuses 1 Führung erhält. Die Stange 40 trägt zwei Ringe 43 und 44, gegen welche ein Stift 45 des hin und her verschiebbaren Plattenbehälters anschlagen kann. Der Plattenbehälter 46 ist an seinem unteren Teil mit einer Zahnstange 47 und zwei Paar Laufrollen 48 und 49 ausgerüstet, welche auf Schienen 50 und 51 des Gehäuses 1 hin und her laufen können. Auf der Welle 37 sitzt noch ein Kegelrad 52, welches ein Kegelrad 53 antreibt, das auf einer in dem Lager 55 geführten Welle 29 befestigt ist und ein Stirnrad 54 trägt, welches mit der Zahnstange 47 des Plattenbehälters 46 in Eingriff steht. Dieser Plattenbehälter 46 wird in seinem oberen Teil durch zwei Paar Rollen 56 geführt, welche an den Schienen 57 der Strebe 58 entlang laufen. Der Behälter 46 ist in seinem oberen Teil mit zwei Schraubenspindeln 59 und an seinem unteren Teil mit zwei Schraubenspindeln 60 ausgerüstet, deren äußere Enden Zahnräder 61 und 62 tragen, welche mit Zahnrädern 63 und 64 in Verbindung stehen. Jede der Schraubenspindeln 60 trägt außerdem noch Zahnräder 86 und 92, die mit Zahnrädern 87 und 65 in Eingriff stehen. Diese Zahnräder sind mit den Schalträdern 90 und 66 fest verbunden. Auf jeder der Achsen 67 der Zahnräder 65 und 87 ist je ein Hebelarm 68, bzw. 88 ausschwingbar gelagert, welche mit einer Schaltklinke 69 bzw. 89 ausgerüstet sind, die in

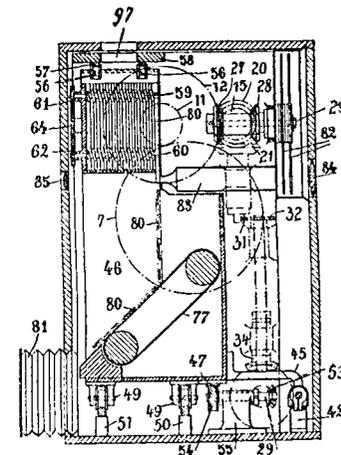


Abb. 119.

die Schalträder 66, bzw. 90 eingreifen. Die Hebelarme 68 und 88 stehen mit den Schaltstangen 70, bzw. 91 in gelenkiger Verbindung, deren andere Enden an einen zweiarmigen Hebel 71 angeschlossen sind, welcher an einer an der äußeren Plattenbehälterwand sitzenden Achse ausschwingbar ist und durch eine Feder 74 an eine Anschlagschraube 72 angepreßt wird, welche sich in einem an dem Behälter festsitzenden Arm 73 verstellen läßt. Die Achsen 67 der Schalträder 66 und 90 tragen je ein Zahnrad 93, bzw. 94 (Abb. 120 und 121), welche mit den an den senkrechten Längsrändern der Platte 80, bzw. an den Längsrändern der diese Platte tragenden Rahmen vorgesehenen Verzahnungen 95 in Eingriff treten können. Bei jeder schrittweisen Drehung der Achse 67 wird demzufolge die äußerste Platte 80

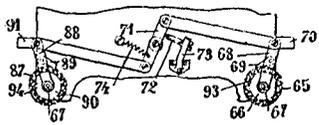


Abb. 120.

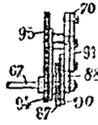


Abb. 121.

schrittweise nach abwärts bewegt. Der Plattenbehälter 16 wird von der Welle 37 aus schrittweise bald nach rechts, bald nach links verschoben. Jedesmal, wenn der Behälter eine seiner beiden äußersten Lagen erreicht, trifft das äußerste Ende des Schalthebel 19 oder 70 einen der beiden festen,

in den Streben 3, bzw. 4 angebrachten einstellbaren Anschläge 75, bzw. 76. Die Beleuchtung der Platten erfolgt durch die Linsen 81 und 83, die Projektion der Bilder durch die Linse 85. Den Verschuß bilden die beiden auf der Welle 29 sitzenden gegenläufigen Verschußscheiben 82.

Die Platten 80 werden durch eine Öffnung 97 des Plattenbehälters von oben zwischen die Gewindegänge der Schraubenspindeln 59 und 60 eingeführt, was auch während des Betriebes geschehen kann. Dreht man mit Hilfe des Schwungrades 10 das Zahnrad 7, so wird unter Vermittlung des Zahnrades 11 und der Zahnräder 12 und 15 die Welle 16 angetrieben, welche unter Vermittlung der Kegelräder 20 und 22 die Welle 23 beständig dreht, die durch ihren Zahn 31 die untere Welle 33 schrittweise in Drehung versetzt. Das auf der Welle 33 sitzende Kegelrad 34 nimmt je nach der Stellung der Kupplung 38 entweder das Kegelrad 35 oder 36 schrittweise mit, so daß die Welle 37 in dem einen oder anderen Sinne schrittweise gedreht wird. Unter Vermittlung der auf der Achse 37 sitzenden Kegelräder 52 und des Rades 53 wird auch die Welle 29 schrittweise angetrieben und verschiebt unter Vermittlung des Zahnrades 54 und der Zahnstange 47 den Plattenbehälter 16 abwechselnd nach links und nach rechts. Jedesmal, wenn der Plattenbehälter die eine seiner Endlagen erreicht, stößt entweder der Schalthebel 91 gegen den festen Anschlag 75 oder der Schalthebel 70 gegen den festen Anschlag 76. Beide Schalthebel wirken in gleicher Weise auf das Schaltwerk ein. Jedesmal, wenn einer der Schalthebel 91 oder 70 durch den betreffenden festen Anschlag nach einwärts bewegt wird, setzt er durch die ihm zugehörige Schaltklinge 89, bzw. 69 das Schaltrad 90, bzw. 66 um einen Schritt in Drehung und verstellt auch gleichzeitig den anderen Schalthebel, der seinerseits eine Drehung des ihm zugehörigen Schaltrades bewirkt. Die beiden Achsen 67 werden daher jedesmal, wenn der Plattenbehälter eine seiner Endstellungen erreicht, in entgegengesetzter Richtung

um einen Schritt in Drehung gesetzt, demzufolge auch die Schraubenspindeln 59 und 60 unter Vermittlung der Zahnräder 61, 63, 64 und 62 um einen Schritt verschoben werden und sämtliche Platten des Behälters um einen Schritt weiter schalten. Die äußerste Platte 80, welche, sobald sie um einen Schritt weiter schalten. Die äußerste Platte 80, welche, sobald sie von den Gewindegängen der Schraubenspindeln freigegeben wird, durch ihr Eigengewicht niederfällt, tritt mit ihren an den beiden Seitenrändern vorgesehenen Verzahnungen 95 mit den Zähnen der beiden auf den Achsen 67 sitzenden Zahnräder 93 und 94 in Eingriff, demzufolge bei jeder Endstellung des Plattenbehälters die äußerste Platte um einen Schritt nach abwärts bewegt wird.

Die jeweilig in der Objektivhöhe befindliche Bildreihe der äußersten Platte bringt bei der Verschiebung des Plattenbehälters die einzelnen Bilder der betreffenden Reihe nacheinander der Objektivöffnung gegenüber. In der Endstellung angelangt, wird dann die äußerste Platte durch das an dem Plattenbehälter vorgesehene Schaltwerk in der geschilderten Weise um einen Schritt nach abwärts bewegt, so daß die nächste Bildreihe bei der jetzt in anderer Richtung erfolgenden Verschiebung des Plattenbehälters der Objektivöffnung gegenübergestellt wird, so daß auch die Bilder dieser Reihe nacheinander zur Projektion gelangen. Sind in dieser Weise während der Hinein- und Herbewegung des Plattenbehälters sämtliche Bilder einer Platte zur Projektion gelangt, dann fällt diese Platte nach abwärts auf das schräg angeordnete endlose Band 77 und gleitet in den Lederbalg 81.¹⁾

Gleichfalls für eine größere Zahl rechteckiger Platten ist der Apparat R. A. Robin bestimmt. Hier wird ein quer vor dem Objektiv hin- und herbewegter Plattenwagen durch einen zylindrischen Leitapparat gesteuert, auf dessen Mantel eine aus schräg und parallel zur Zylinderachse verlaufenden Teilen bestehende, in sich zurückkehrende Nut ausgespart ist²⁾. — Von Apparaten, bei denen immer nur eine Platte vorgeführt werden kann, seien folgende erwähnt: verschiedene Konstruktionen gab R. Fauconnet an³⁾; ferner J. L. Müller und J. Rousset, hier findet sich der Vorschlag, die auf gewöhnlichen Bildbändern hergestellten Negative auf Platten von sehr feinem Korn so stark zu verkleinern, daß jedes einzelne Bildchen etwa nur 5 mm² einnimmt⁴⁾; dem zuletzt genannten Apparat nahe steht ein von A. R. Lacolle⁵⁾ angegebener; bei dem Apparat von J. P. Cripp wird die Platte, wenn sie bei ihrer Zickzackbewegung unten angekommen ist, selbsttätig wieder in ihre Anfangsstellung zurückbefördert, so daß die Betrachtung sofort wieder beginnen kann, eine Einrichtung, die sich übrigens auch zur Vorführung von Serien nichtbewegter Bilder, etwa von Reklamebildern, gut eignet, viel leicht noch besser als zu richtigen Kinematographenvorführungen⁶⁾. Zum

1) D. R. P. 201.375.

2) D. R. P. 228.682 und Französ. Pat. 401.861 nebst den Zusätzen 11.697 und 12.245 und Österr. Pat. 47.793.

3) Französ. Pat. 365.140 (mit Bagrachow), 370.236 nebst Zusatz 9428, ferner Österr. Pat. 41.218 (mit Bernard).

4) D. R. P. 214.098 und Österr. Pat. 38.025; hier ist hauptsächlich der Apparat beschrieben, der zum Verkleinern der Positive dient.

5) Französ. Pat. 409.399.

6) D. R. P. 244.944.

Schluß sei noch der Apparat von S. Rosenberger erwähnt¹⁾. Hier erfolgt die Querverschiebung der Platte mittels eines durch ein kleines Einzahngetriebe immer nur um geringe Winkel gedrehten Rades, das nur auf der Hälfte seines Umfangs gezahnt ist. Der Plattenträger hat zwei um den Durchmesser jenes Zahnrades voneinander abstehende wagerechte Zahnstangen. Das zur Hälfte gezahnte Rad kommt nun auf der einen Hälfte seines Umlaufes mit der oberen und während der anderen Hälfte mit der unteren Zahnstange in Eingriff und schiebt den Plattenträger mithin abwechselnd nach rechts und nach links.

Die rasche ruckweise Bewegung der Platten ist ein mißlich Ding. Denn es handelt sich hier immerhin um nicht geringe Massen. Man hat

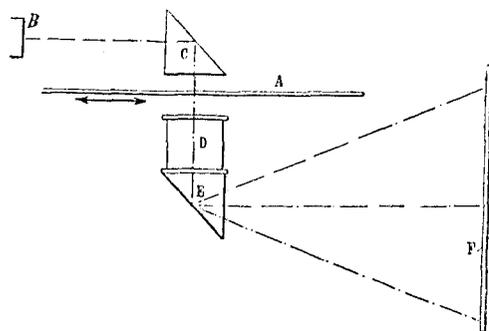


Abb. 122.

Abb. 122 zeigt dies schematisch. Von der feststehenden Lichtquelle und dem Kondensator *B* fallen die Strahlen auf ein total reflektierendes Prisma *C*, das mit dem Objektiv *D* und einem zweiten total reflektierenden Prisma *E* festverbunden ist und in der Pfeilrichtung hin- und herbewegt werden kann. Zwischen dem ersten Prisma und dem Objektiv befindet sich die photographische Platte *A*, parallel zu deren Ebene die Bewegung des Objektivs erfolgt. Bei *F* befindet sich der Projektionsschirm. Man erkennt, daß die optische Achse des Objektivs stets nach derselben Stelle des Schirmes gerichtet ist. Da die Länge der Plattenkante, um die das Objektiv hin- und herwandert, gering ist, im Verhältnis zum Abstand des Projektionsschirmes von dem Objektiv, so wird die Schärfe und Größe des Bildes auf dem Schirm in allen Lagen des Objektivs nicht merklich verschieden sein. Ist dieses in seiner äußersten Lage am Rande der Platte angelangt, so sinkt diese um eine Bildhöhe herunter und das Objektiv wandert wieder zum gegenüberliegenden Rande der Platte zurück²⁾. Eine größere Zahl von Platten, die mit seitlichen Führungsrahmen versehen sind, sind derart in einem Magazin untergebracht, daß jede von ihnen, wenn ihre oberste Bildreihe am Objektiv vorbeigewandert ist, die nächste Platte aus dem Magazin in die Arbeitsstellung befördert. Wegen der weiteren Einrichtung des Apparates muß auf das Original verwiesen werden. Die Anordnung kann natürlich sinngemäß abgeändert auch zur Auf-

nahme der Bilder benutzt werden. In diesem Falle kompensieren sich die Schwankungen in der Größe der Bilder im Verlauf jeder wagerechten Bildreihe bei der Aufnahme und Vorführung wenigstens zum großen Teil, so daß dieser Fehler nicht störend werden kann.

Runde Platten. Kreisrunde Platten als Bildträger fanden bei dem Anschützenschen Schnellseher, dem ersten derartigen Apparat, der in weiteren Kreisen für die Vorführung bewegter Bilder in Deutschland Interesse weckte, Verwendung¹⁾. Sie wurden ferner benutzt bei kleinen, lediglich als Spielzeug gebauten Apparaten, die nur eine rasch ablaufende, in die Anfangsphase zurückkehrende Bewegung wiedergeben sollten. Späterhin wurden sie dann so umgestaltet, daß auch ausgedehntere Szenen mit ihnen vorgeführt werden konnten. Immerhin ist ihr Anwendungsgebiet auch heute noch beschränkt.

An das später noch zu erwähnende alte Zootrop verschloß durch eine große Zahl im Kreis angeordneter Schlitze ersetzt ist. Vor der lichtempfindlichen Platte befindet sich konachsial zu ihr eine runde Scheibe, die ebenso viele radiale Schlitze hat, als auf der Platte Aufnahmen hergestellt, bzw. vorgeführt werden sollen. Die Schlitzscheibe wird stetig gedreht. Auf ihrer Achse sitzt lose die lichtempfindliche Platte. Schlitzscheibe und Platte sind durch ein elastisches Zwischenglied miteinander verbunden, so daß letztere das Bestreben hat, der Bewegung der ersteren zu folgen. Beide sind an ihrem Umfang mit halb so viel Zähnen versehen, als die Scheibe Schlitze hat. Die Zähne haben die Form der Zähne des Steigrades einer Pendeluhr, doch sind die Zähne der beiden Zahnkränze entgegengesetzt gerichtet. Eine Ankerhemmung greift nun auf der einen Seite in die Zähne der Schlitzscheibe, auf der andern in die der lichtempfindlichen Platte ein. Diese kann infolgedessen immer nur ruckweise der Bewegung der Schlitzscheibe folgen. Während der Zeit, in welcher die Platte stillsteht, geht ein Schlitz der Schlitzscheibe dort an der Platte vorbei, wo diese hinter dem Objektiv liegt, so daß in diesem Augenblick eine Aufnahme auf der ruhenden Platte gemacht werden kann. Damit jedes Bildfeld nur einmal belichtet werden kann, gestattet eine Sperrung nur einen Umlauf der Scheibe. Bei dem Vorführungsapparat kann diese Sperrung wegfallen²⁾.

Will man auf einer kreisrunden Platte eine größere Zahl von Bildern unterbringen, so ist es unbedingt notwendig, der Platte außer der Drehbewegung noch eine Verschiebung zu erteilen³⁾. Wir müssen uns hier begnügen, als Typus einen Apparat von Ch. Urban näher zu betrachten, mit dem von den auf einem gewöhnlichen Film aufgenommenen Negativen auf einer kreisrunden Platte Positive in stark verkleinertem Maßstab hergestellt werden. Die Apparate zur subjektiven Betrachtung oder objektiven Vorführung der Diapositive sind im wesentlichen gleichartig gebaut. Das Schaltwerk empfängt seine Bewegung mittels einer über die Schnurscheibe 2 (Abb. 123) der Hauptachse 1 gehenden Schnur. Von hier aus wird mittels der Räder 3, 4

¹⁾ D. R. P. 85.791 Kl. 42.

²⁾ D. R. P. 195.055 und 195.162, sowie Brit. Pat. 9406 und 25.973 vom J. 1905; ähnlich Französ. Pat. 356.709 von Crocker.

³⁾ Ältere Konstruktionen gab an: Rob. Krayn, vgl. D. R. P. 107.373, und L. U. Kamm, vgl. D. R. P. 120.967, 123.012, 124.538, 125.801.

¹⁾ D. R. P. 241.405.

²⁾ D. R. P. 251.065 oder Brit. Pat. 26.354 vom J. 1910.

kameras gebräuchlichen Wechselladen der Reihe nach an die vorderste Stelle gebracht werden.

Trommeln. Die Anordnung der Bilder auf der Mantelfläche von Zylindern findet sich schon bei den ältesten Typen, nämlich bei den Lebens-

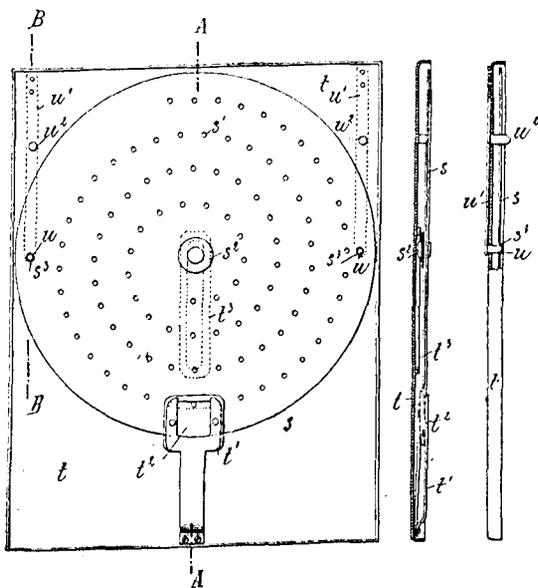


Abb. 125.

rädern oder Zootropen. So einfach diese Apparate sind, die wir auch heute noch in der Hand unserer Kleinen als Spielzeug finden, so vermögen sie doch einen guten Überblick über das Zustandekommen der Bewegungserscheinungen zu geben.

Das Lebensrad besteht in seiner einfachsten Form aus einem oben offenen, um seine vertikale Mittellinie drehbaren Zylinder aus Pappe oder Blech, der in seiner oberen Hälfte eine größere Zahl vertikaler Schlitze hat, durch die man die gegenüberliegende Innenfläche des Zylindermantels sieht. Die auf einem Papierstreifen angeordneten Bewegungsbilder von halber Höhe des Zylinders werden innen unten an die Zylinderwand gestellt. Dreht man den Zylinder so, daß für den durch die Schlitze hineinblickenden Beschauer diese von rechts nach links wandern, so verschieben sich die Bilder auf der Gegenseite in umgekehrter Richtung, also von links nach rechts. Man sieht die Bilder nur für die kurze Zeit, während welcher ein Schlitz gerade am Auge vorbeigeht; da die Bilder nun Teilzustände eines Bewegungsvorganges darstellen, so vereinigen sie sich in unserer Vorstellung zu einem Gesamtbild des Bewegungsvorganges. Ist die Zahl der Bilder gleich der Zahl der Schlitze, so sieht man jedes Bild immer genau an derselben Stelle, wenn der Schlitz gerade am Auge vorbeigeht. Ist die Zahl der Bilder größer als die Zahl der Schlitze, so erscheint jedes Bild um

einen bestimmten Winkel in seiner Fortschreitrichtung vorangeilt gegenüber dem Ort, wo das vorhergehende Bild beim Vorbeigang des vorhergehenden Schlitzes erschien. Hat also z. B. der Zylinder zwölf Schlitze, das Bildband aber 13 Teilbilder und wird der Zylinder von oben her gesehen im Sinne des Uhrzeigers gedreht, so erscheinen bei jedem Vorbeigang eines Schlitzes

vor dem Auge die Bilder um $360^\circ \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{13} \right) = 3^\circ$ gegenüber ihrer vorhergehenden Stellung, und zwar nach rechts hin verschoben. Man kann somit im Lebensrad nicht nur am Ort sich bewegende, sondern auch ihren Ort verändernde Zustände vorführen. — Eine besondere Ausbildung hat das Lebensrad in Reynauds Praxinoskop¹⁾ erfahren. Da aber dieser Apparat jetzt nur noch historisches Interesse hat, so muß der Hinweis auf ihn genügen.

Will man größere Bildreihen auf einer Trommel unterbringen, so muß man wieder zur Anordnung längs einer Schraubenlinie greifen, ähnlich wie wir dies oben (Seite 165) für endlose Bänder gesehen haben. Schon Georges Demeny²⁾, S. Bergmann & Co.³⁾, J. E. Hough⁴⁾, Rob. Krain⁵⁾ u. a. haben frühzeitig derartige Konstruktionen angegeben. Von neueren Modellen sei das von Simon & Voß⁶⁾ erwähnt; während bei allen andern die Bildtrommel entsprechend der Schraubenlinie, in der die Bilder angeordnet sind, verschoben wird, liegt die kreisende Bildtrommel hier ortsfest und die Linse, mittels welcher der Beschauer die Bilder betrachtet, wird durch eine Leitspindel verschoben. Die kleinen Bildchen sollen hier auf einer Karte von dem Format einer Postkarte, die auf einer Walze befestigt wird, untergebracht sein. Die absatzweise Bewegung wird bei diesen Apparaten durch eine Art Maltsergesperre hervorgerufen. Wir beschränken uns darauf, einen Apparat von Th. H. Bolam und S. N. Barnard näher zu betrachten. Bei ihm ist die Einrichtung getroffen, daß er sowohl zur Aufnahme wie zur Vorführung der Bilder benutzt werden kann. Es ist dies nämlich nicht ohne weiteres möglich. Denn hat man den Film bei der Aufnahme auf einer Walze befestigt und liegen die Negative im Sinne einer Rechtsschraube, so ist das von der Schichtseite wie üblich nach dem Kontaktverfahren hergestellte Positiv, wenn es wieder auf eine Walze gebracht wird, im Sinne einer Linksschraube gewunden. Abb. 126 zeigt oben eine Oberansicht des Innern des zur Aufnahme bereiten Apparates und unten eine Seitenansicht in der zur Vorführung dienenden Schaltung. Das Bildband 1 ist um die Trommel 2 gelegt. Diese sitzt mit zwei Naben 14 verschiebbar auf der Achse 3, die mit ihren vierkantigen Enden gegen Drehung gesichert in Lagern 8 an den Stirnwänden des Gehäuses 4 ruht. Beide Naben sind innen zylindrisch, doch geht durch die eine Nabe eine Schraube oder ein Stift 16 nach innen und greift in die Schraube ein, welche auf die Achse geschnitten ist. Diese Schraube ist auf der einen Hälfte der Achse nach

1) D. R. P. 2937 Kl. 42, auch Eder, Handbuch der Photographie. 2. Aufl. I. Band, Seite 594.
 2) D. R. P. 71.339 Kl. 42.
 3) D. R. P. 93.190 und 93.599.
 4) Brit. Pat. 9881 vom J. 1895.
 5) D. R. P. 108.077.
 6) D. R. P. 228.596.

rechts, auf der andern nach links gewunden. Die Achse kann aus ihren Lagern 8 leicht herausgenommen und umgelegt werden. Durch Sperrstücke 9 an den Schienen 13 wird sie in den Lagern festgehalten. Die Trommel 2 hat an ihrer einen Stirnseite ein Zahnrad 28, das mit dem langen Trieb 27 kämmt. Bei dessen Drehung wird die Trommel nicht nur selbst gedreht, sondern auch entsprechend der Windung der Schraubenhälfte, in die sie mittels des Stiftes 16 gerade eingreift, auch längs verschoben. Der Trieb 27 empfängt durch ein Getriebe mit einem Maltesergesperre (19, 22, 24, 25)

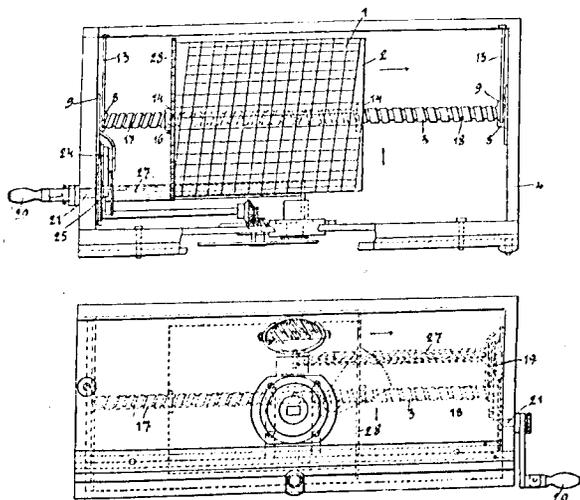


Abb. 126.

von der stetig gedrehten Welle 21 eine absatzweise Drehung. Wegen der Länge des Triebes 27 bleibt dieser trotz der Verschiebung der Trommel immer mit dem Zahnrad 28 in Eingriff. Stand der Apparat bei der Aufnahme so, daß die Handkurbel 20 links war und die Trommel durch die mit Linksgewinde versehene Schraubenhälfte 17 verschoben wurde, so muß bei der Vorführung die Handkurbel 20 rechts sein und die Trommel bei umgelegter Achse in die rechts herumgewundene Schraubenhälfte 18 eingreifen. Die Trommel wandert dann in beiden Fällen bei gleicher Drehung von links nach rechts. Die zur Betrachtung der Bilder notwendige Lichtquelle, eine elektrische Glühlampe, ist im Innern der Trommel angeordnet¹⁾. Um auch während des Rückwärtsdrehens der Trommel Bilder aufnehmen, bzw. vorführen zu können, hat J. C. A. Gazel vorgeschlagen, auf dem Trommelmantel zwei Bildreihen mit entgegengesetzter Fortschreitung (also gleichsam eine zweigängige Schraube) parallel nebeneinander verlaufen zu lassen, so daß, wenn die Trommel am Ende angekommen ist, das Objektiv

¹⁾ D. R. P. 249.389 und Brit. Pat. 1140 vom J. 1910.

(oder die Trommel) um eine Bildbreite verschoben wird und beim Rückwärtsdrehen nun die andere Bildreihe vor das Bildfenster gelangt¹⁾.

Röntgenkinematographen. Eine Gruppe für sich bilden die Apparate zur Aufnahme von Bewegungszuständen mittels Röntgenstrahlen, und zwar deshalb, weil es sich hier um umfangreiche Apparate handelt, bei denen Platten großen Formates rasch gewechselt werden müssen. Röntgenbilder sind, da die Röntgenstrahlen nicht durch Objektive abgebildet werden können, Schattenbilder in mindestens natürlicher Größe der aufzunehmenden Gegenstände. Man könnte ja auch die auf dem Leuchtschirm entstehenden Bilder photographisch, also auch kinematographisch aufnehmen. Biesalski und Köhler haben mit einem blauen Licht aussendenden Leuchtschirm aus Kalziumwolframat und einem Goerzschenschen Objektiv vom Celortypus mit der großen Öffnung $F:2$ tatsächlich befriedigende Aufnahmen des Ellenbogengelenkes in der Bewegung erhalten, allerdings mußten sie sich auf langsame Bewegungen beschränken, da die Belichtungsdauer unter ein Zehntel Sekunde nicht genommen werden konnte. Um die direkten Röntgenstrahlen von dem Eindringen durch das Objektiv abzuhalten, war zwischen Schirm und Objektiv ein Silberspiegel unter 45° gestellt, so daß die optische Achse des Objektivs dem Leuchtschirm parallel lief²⁾. Für rasch verlaufende Bewegungen und für Bilder mit feinerer Zeichnung, bei der das Korn des Leuchtschirmes stören würde, kann diese Methode nicht genügen. Man muß deshalb hier zur direkten Aufnahme übergehen. Dies macht aber notwendig, Platten großen Formates in rascher Folge aus einem Vorratsraum in das Bestrahlungsfeld zu bringen, die Aufnahme direkt durch die Röntgenstrahlen zu machen und die Platte wiederum mit größter Geschwindigkeit in den Sammelraum zu befördern. Hauptsächlich handelt es sich hier um Herzaufnahmen, denn nur für diese ist es erforderlich, im Laufe einer Sekunde mehrere Bilder herzustellen. Doch genügt es hier meistens, die Reihe der Aufnahmen auf zwei bis drei Sekunden zu erstrecken, da in dieser Zeit der interessierende Bewegungsvorgang abgelaufen ist. Bei Bewegungen von längerer Periode kann man die Einzelaufnahmen in so großen Zwischenräumen machen, daß man dann eher von einer photographischen Magazinkamera mit rascher Wechslung als von einem Kinematographen reden kann.

Es gibt mehrere Typen von Röntgenkinematographen. Bei dem der „Polyphos“-Elektrizitätsgesellschaft stehen die Platten in ihren Kassetten und mit Verstärkungsschirmen hinterkleidet in einem Magazin oberhalb des Bestrahlungsfensters eine hinter der anderen. Die vorderste Kassette steht über einem Schlitz und wird dadurch, daß der ganze Kassettenstapel durch Federn nach vorne gegen einen Rahmen gepreßt wird, verhindert, durch den Schlitz hinabzufallen. Eine Auslösevorrichtung, die pneumatisch oder elektrisch betrieben werden kann, drängt in kurzen Zwischenräumen alle hinter der vordersten befindlichen Kassetten ein wenig zurück, dadurch wird die vorderste Kassette frei und fällt durch den Schlitz in den Bestrahlungsraum. Dieses Fallen kann noch durch eine elektrisch betriebene Stoßvorrichtung beschleunigt werden. Sobald die Kassette das Bestrahlungsfenster bedeckt, wird die Röntgen-

¹⁾ Französ. Pat. 416.638, 419.717.

²⁾ Verhandlungen der deutschen Röntgenesellschaft, 5, 1909, Seite 145.

röhre automatisch für kurze Zeit zum Aufleuchten gebracht und alsdann die Kassette nach hinten umgeklappt, worauf die folgende Aufnahme erfolgt usw.¹⁾

— Bei dem Apparat von Reiniger, Gebbert & Schall hängen die Kassetten 4 mit um wagerechte Achsen 5 drehbaren Rollen 6 (Abb. 127) auf zwei Schienen 7 in einem oberen Magazin 3. Sie werden durch zwei am Oberende der hintersten Kassette angreifende Arme vorgeschoben, welche von einer Muffe getragen werden, die mit Innengewinde auf der Welle 10 des Abblendschirmes 2 sich vorwärtsschraubt. Der Vorschub der Muffe zugleich mit der Drehung des Abblendschirmes 2 erfolgt von der Seilscheibe 11, bzw. der an ihr befestigten Kurbel 12. Unter der festen Laufschiene 7 befindet sich eine verschiebbare Schiene 13, deren hinterer Arm 14 von einer an beliebigem Fixpunkt 15 befestigten Feder 16 zurückgezogen wird, soweit dies ein Laufwulst 17 gestattet, der an der Seilscheibe 11 angeordnet und mit einer Laufbahnvertiefung 18 versehen ist. An dem Vorderende der festen Laufschiene 7 befindet sich eine kleine Erhöhung 19 und dahinter eine schräge Ablaufebene 20, die ihre Fortsetzung in einer gleichen Ablaufebene 21 am Vorderende der beweglichen Schiene 13 findet. Infolge dieser

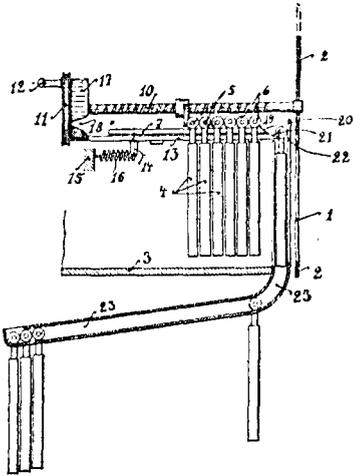


Abb. 127.

Einrichtung wird die vorderste Kassette des nach vorn gedrückten Kassettentapels beim Überschreiten der Erhöhung 19 sofort an den beiden Ablaufebenen 20, 21 bis in den Winkel herunterrollen und sich fest zwischen das Unterende der Ablaufebene 21 und der vorderen senkrechten Schiene 22 einlegen. Nach vollzogener Aufnahme, wenn der Plattenwechsel stattfinden soll, läuft das Hinterende der beweglichen Schiene 13 über die Vertiefung 18 der Laufbahn 17, und die schräge Ablaufebene 21 dieser Schiene wird infolgedessen auf einen kurzen Moment nach hinten eingezogen, so daß die Laufrolle der vorn hängenden Kassette an ihr vorbei kann, die Kassette somit in den Führungskanal 23 herabfällt und in dem weniger schrägen unteren Ende des Führungskanals 23 sich hinten an den dortigen Stapel bereits belichteter Platten anschließt, von wo diese Kassetten oder Platten in richtiger Reihenfolge hintereinander zwecks weiterer Behandlung durch eine Öffnung am Kanalende herausgenommen werden können. Sofort nach dem Durchlassen der belichteten Kassette springt die Schiene 13 wieder nach vorn und sperrt damit den Weg für den Durchgang der nächsten, in Belichtungsstellung vorgerückten Kassette²⁾. Bei einem anderen von der-

¹⁾ D. R. P. 225.777 und 239.383.

²⁾ D. R. P. 242.443. Über mit diesem Apparat hergestellte Aufnahmen berichtet Groedel in der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1909, Seite 434, und Verhandlungen der deutschen Röntgengesellschaft 1909, Seite 143.

selben Firma vorgeschlagenen Modell sollen breite Filmbänder absatzweise am Bestrahlungsfenster vorbeigeschaltet werden. Während der Aufnahme werden die Verstärkungsschirme automatisch gegen die Rückseite des Films gepreßt¹⁾. — Bei dem Apparat von A. Klump sind die Kassetten durch Gelenke an ihrer oberen und unteren Kante miteinander verbunden und bilden so eine Gliederkette, die nach Art eines Leporelloalbums im oberen Vorratsmagazin zusammengefaltet ist. Diese Kette wird durch das Schaltwerk über Führungsschienen absatzweise am Bestrahlungsfenster vorbeigeführt und nach der Bestrahlung unten im Sammelraum wieder zusammengefaltet²⁾.

— Bei der Konstruktion des Apparates der Veifawerke (Friedrich Dessauer) sind alle Kassetten um eine wagerechte Welle *a* drehbar, und zwar liegt die Kassette *P*₁, welche demnächst belichtet werden soll, wagerecht, während die anderen Kassetten *P*₂, *P*₃ usw. nach oben hin fächerartig angeordnet sind. (Abb. 128.) Die Kassetten haben an der der Achse *a* zugekehrten Kante *b* Stifte *g*, mit denen sie in Bohrungen von Ringen *d* einpassen. Diese Ringe sitzen lose auf der Achse. Die Kassetten werden durch

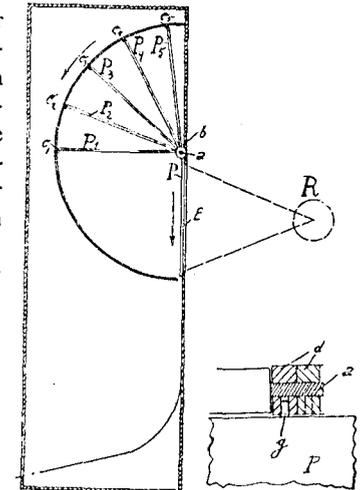


Abb. 128.

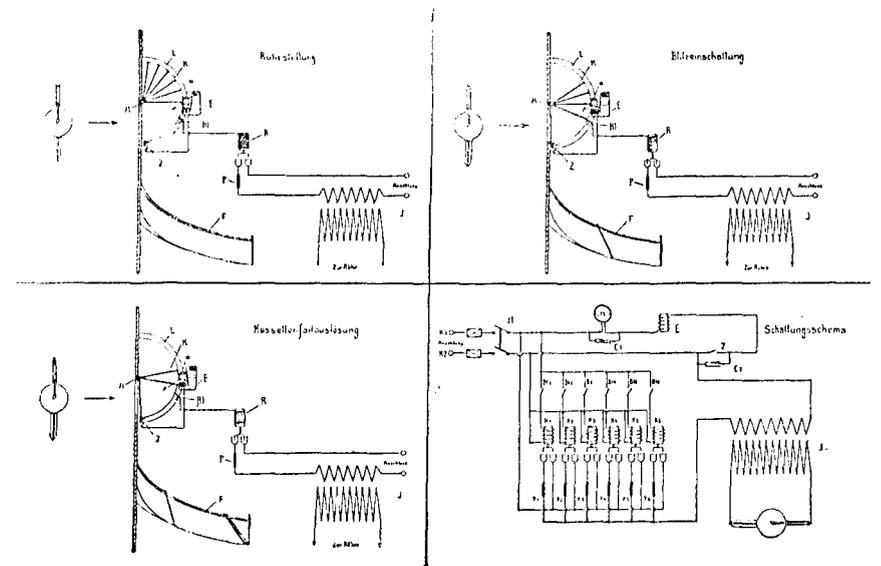


Abb. 129.

¹⁾ D. R. P. 243.256 und 247.173.

²⁾ Technische Rundschau des Berliner Tageblattes Nr. 12 vom 20. März 1912.

Anschläge c_1 bis c_5 in ihren Stellungen gehalten; die Anschläge werden durch Relais, welche mit dem Primärstrom des Röntgeninduktors in Zusammenhang stehen, der Reihe nach geschaltet, so daß die Kassetten in rascher Folge niederklappen. Sowie die Belichtung in dem Fenster E durch die Röntgenröhre R erfolgt ist, gleitet der Stift g der nun senkrecht nach unten hängenden Kassette aus der Bohrung seines Ringes d heraus und die Kassette fällt nach unten¹⁾. Abb. 129 zeigt schematisch die Verbindung der Plattenwechsellmaschine mit dem Induktorium. Der Primärstrom hat im Augenblick der Unterbrechung 250 Ampère, der Sekundärstrom beginnt mit 400 Milliampère; die Unterbrechung erfolgt durch einen sogenannten Blitzapparat in etwa $\frac{1}{1000}$ Sekunde, die Röntgenröhre leuchtet bei jeder Bestrahlung etwa nur $\frac{1}{200}$ Sekunde stark auf. Die Wechsellmaschine gestattet in einer Sekunde fünf Aufnahmen zu machen, bei denen der Thorax scharf abgebildet wird, doch ist es auch möglich, die Platten in beliebig größeren Pausen fallen zu lassen.

¹⁾ D. R. P. 248.973.

XVI. Abblätternde Bilder. — Mutoskope.

Zu den Vorläufern des Kinematographen gehören auch die kleinen Zauberbüchlein, auf deren Blätter Teilbilder eines Bewegungszustandes aufgezeichnet waren und die beim raschen Abblättern ein bewegtes Bild sehen ließen. Man hält die Büchlein am besten so, daß man gegen das zuletzt abgeblätterte Blatt schaut, das, ehe das folgende Blatt sich darauflegt, für eine kurze Zeit stillstehend sichtbar bleibt. Wollte man das Bild auf dem gegenüberstehenden Blatt, das demnächst abgeblättert werden soll, betrachten, so wäre dies in den Fällen, in denen man das Hefchen stark gebogen hat, unpraktisch, da man dann eine gebogene Bildfläche hätte. Nimmt man Blätter von doppelter Länge, so kann man sie in der Mitte zusammenheften und nun an den beiden gegenüberliegenden, von der Heftlinie nicht geschnittenen Kanten abblättern, was das Vorführen zweier Bewegungsvorgänge ermöglicht. Gibt man den Bildblättern die Form eines regelmäßigen Vieleckes mit gegen die Mitte hin gerichteten halblangen Einschnitten und heftet die Blätter an dem nicht eingeschnittenen Mittelstück zusammen, so lassen sich so viel Bewegungsbilder mit einem Hefchen vorführen, als das Vieleck Seiten hat¹⁾.

Bilderwalzen. Die Hefchen konnten nur kurze Bilderreihen aufnehmen. Man ging deshalb, sobald die Photographie die fabrikmäßige Herstellung kinematographischer Bilder gestattete, dazu über, diesen Abblätter-Kinetoskopen, für die sich bald der Name Mutoskope einbürgerte, eine exakte und doch handliche Form zu geben. Es fand sich eine solche, die sich zur Herstellung kleiner automatischer Schauapparate gut eignete und die denn auch heute noch eine weite Verbreitung hat. Die Bilder werden auf steifem und doch biegsamem Karton angebracht und auf dem Mantel einer Walze radial nach außen stehend aufgereiht. Wird die Walze langsam gedreht, so können sich die Kartons an einem Daumen abblättern, und die Bildreihe steht, wenn die Walze einen Umlauf gemacht hat und alle Bilder besichtigt sind, wieder zu einer neuen Vorführung bereit.

¹⁾ Brit. Pat. 14.917 vom J. 1886. — Bei einem Mutoskop von Gaumont dient ein Metallbügel als Anschlag beim Abblättern des durchgebogenen Hefchens (franz. Pat. 407.598), wodurch eine größere Regelmäßigkeit erzielt wird. Man hat den Hefchen auch eine Metallfassung gegeben, die einen vierkantigen Ausschnitt hat, mit der sie über eine ebensolche Welle gesetzt werden, die in einem Kasten mit Schauöffnung sitzt. Man legt die Hefchen so in den Kasten, daß sie nach oben zeigen und mit ihrem untersten Blatt gegen einen Anschlag anliegen. Indem man nun die Achse dreht, klappen die Blätter des Hefchens einzeln auf die Innenseite des Bodens des Kästchens, gegen den der Beschauer von oben her blickt. (Amerik. Pat. 988.392 von Barrett Smith.)

Eine Form der Befestigung der Bildkarten auf der Walze zeigt Abb. 130. Konzentrisch zur Walze *a* ist ein aufgeschlitzter Tragring *c* durch die Winkelstücke *d* und *e* befestigt. Auf diesen Ring werden die nahe ihrer unteren Kante entsprechend gelochten Bildkarten *b* aufgereiht, und zwar wird zwischen je zwei Karten ein Trennungstreifen *i* gelegt. Um die Karten zusammenpressen zu können, ist auf das Ende des Tragringes ein Gewinde geschnitten, über das man eine Mutter *g* schraubt, die gegen das Druckstück *f* gepreßt werden kann und dadurch den Kartensapel zusammenhält. Die Zwischenstreifen *i* liegen fest gegen den Walzenmantel an, während die Karten ein wenig Spiel haben, so daß sie um den Tragring *c* um ein geringes pendeln können. Jede Bildkarte hat an ihrer der Walze abgekehrten Kante in der Mitte eine Auskerbung *l*; in diese greift die untere scharfe Kante *m* des Anschlagstückes *k* ein und bringt die Bildkarte gegebenenfalls unmittelbar vor dem Abblättern in die richtige Stellung. Um in diesem Augenblick die vorderste Bildkarte von dem Druck der hinter ihr befindlichen Karten zu entlasten, hat das Anschlagstück *m* hinten einen Fortsatz *n*; von diesem gleitet die vorderste Karte zunächst ab, während die übrigen von ihm noch zurückgehalten werden¹⁾.

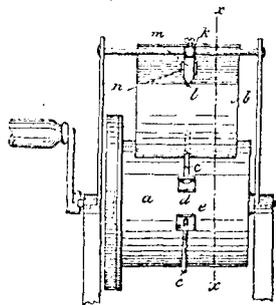
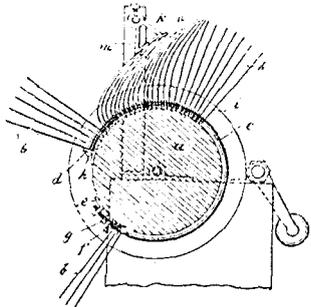


Abb. 130.

Da die Rückseite der Karte beim Abgleiten an dem Beschauer vorübergeht, gibt man ihr einen dunklen Überzug, so daß das Nachbild im Auge des Beschauers nicht gestört wird. Soll das Abblättern möglichst rasch erfolgen, so kann man an den Bildkarten gegen die Walze hin elastische Verlängerungen anbringen. Es ist dann der Weg, auf dem sich jede Karte vor der nächsten oder folgenden Karte befindet, bezogen auf den ganzen, zum Abblättern notwendigen Bogen klein, es ist also die Zeit des Sichtbarseins jedes Bildes im Verhältnis zur Zeit, während welcher es durch die benachbarte in Bewegung befindliche Karte abgedeckt wird, groß²⁾.

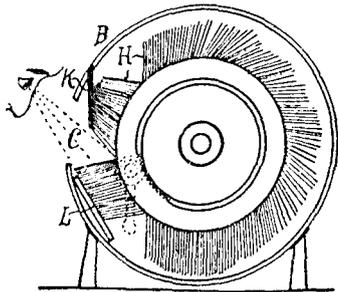


Abb. 131.

Ein Modell des Walzenmuskoskopes zeigt Abb. 131. Die Bildkarten *H* werden an der Betrachtungsstelle *C* durch die feste Wand *K* zurückgehalten. Durch die Führungswand *L* unterhalb der Betrachtungsstelle wird bewirkt, daß die

¹⁾ D. R. P. 123.753, auch österr. Pat. 3925 von Ph. Wolff.

²⁾ Franz. Pat. 420.169 von L. Gérard & J. Marié de l'Isle.

Blätter vor dem Beschauer nahezu eben liegen, so daß die Bilder nicht verzerrt und scharf erscheinen¹⁾. Von andern Konstruktionen sei noch verwiesen auf solche von A. & L. Lumiere²⁾; Ph. Wolff³⁾; H. Casler⁴⁾; hier sind, um eine besonders große Anzahl von Bildkarten verwenden zu können, diese nicht in einer geschlossenen Kreislinie, sondern in einer Schraubenlinie um eine Walze gelegt, es wird durch eine Leitspindel entweder die Walze längs ihrer Achse oder das Okular parallel zur Walzenachse allmählich verschoben, zuletzt muß dann die Walze oder das Okular wieder in die Anfangsstellung zurückgeführt werden; C. F. Jenkins⁵⁾; E. B. Koopman⁶⁾; mehrere im Bogen angeordnete Okulare gestatten die Beobachtung der Bilder gleichzeitig durch mehrere Personen; R. C. Wagner & Ch. Cotton⁷⁾, ein Stereomutokop mit leicht auswechselbarer Bildwalze; H. B. Gillette, die Bildkarten sind stehend auf einem wagerechten Kreisring angeordnet, der sich um seine vertikale Mittellinie auf einem Rollenkranz drehen läßt. Die Verbindung des Mutokopes mit einem Phonographen findet sich bereits bei Ch. Raleigh⁸⁾ und später wieder bei P. Frost⁹⁾.

Bei einem von Ch. Raleigh angegebenen Mutokop sind die Bildkarten gegenüber den bisher betrachteten Konstruktionen um nahezu 90° um ihre

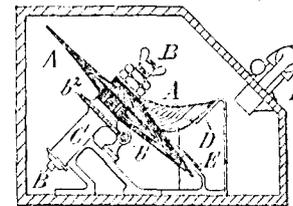


Abb. 132.

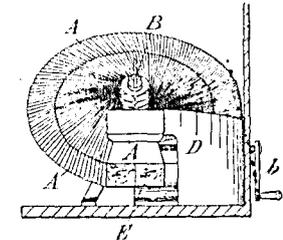


Abb. 133.

gegen die Walzenachse gerichtete Mittellinie gedreht und übergreifen sich gegenseitig dachziegelartig. Es liegt also z. B. jede Karte von außen gesehen mit ihrem linken Rande über und mit dem rechten Rande unter der Nachbarkarte. Fährt man nun mit einem Messer zwischen zwei Karten und biegt die über dem Messer befindliche mit diesem nach oben hin heraus, so werden die rechts liegenden Karten auf ein bestimmtes Stück mit herausgebogen, während die letzte Karte links der am meisten herausgebogenen von oben her frei sichtbar ist. Dreht man nun den Bildkartenstapel um seine zu den nicht herausgebogenen Karten nahezu senkrechte Symmetrieachse, so gleitet die am meisten herausgebogene Karte von dem Messer ab und ihre Ober-

¹⁾ Amerik. Pat. 667.635 von W. S. Simpen.

²⁾ Französ. Pat. 259.515 oder Amerik. Pat. 591.858.

³⁾ Österr. Pat. 3926.

⁴⁾ Amerik. Pat. 549.309, 652.714, 683.910.

⁵⁾ Amerik. Pat. 671.111.

⁶⁾ Amerik. Pat. 713.312.

⁷⁾ Amerik. Pat. 770.705.

⁸⁾ Brit. Pat. 13.143 vom J. 1898.

⁹⁾ Amerik. Pat. 870.504.

seite wird nun sichtbar usw., während die Ausbiegung nach rechts hin um eine Karte weiter wandert. Abb. 132 zeigt dieses Mutoskop von der Seite her, das Gehäuse geschnitten, und Abb. 133 von den entfernten Beobachtungslinsen her, das Innere allein. Auf der in dem Lager *C* drehbaren Achse *B* sind die Bildkarten *A* befestigt. Die Bilder sitzen außen auf einem verhältnismäßig schmalen Feld und sind hier als stereoskopische Doppelbilder gedacht. Die Karten sind auf der ansteigenden Leitfläche *D* nach oben herausgebogen, so daß die gerade von der Leitfläche herabgeglittene Karte durch die Linsen eines Stereoskopes *F* betrachtet werden kann. Um die zur Beobachtung stehende Karte stets genau an einem und demselben Platze zu haben, ist dort eine Auffangfläche *E* angebracht, auf die jede Karte zunächst herabfällt. Die Drehung erfolgt mittels der Kurbel *b* und des Vorgeleges *b*¹, *b*², so daß der Kartenstapel, von vorn oben (Abb. 133) her gesehen, sich im Sinne des Uhrzeigers dreht¹⁾.

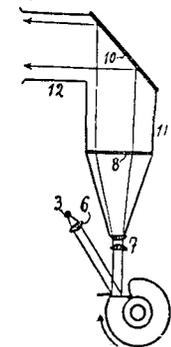


Abb. 132.

angebrachten Spiegel 10 von 12 her betrachtet werden können²⁾. Dieser Kasten hält das Außenlicht von der Mattscheibe ab und gestattet so die

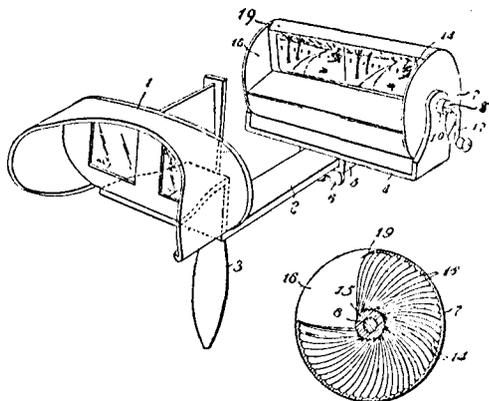


Abb. 135.

Benutzung des Mutoskopes im Freien. Gibt man den Bildkarten ein Format von doppelter Länge, so kann man ein stereoskopisches Doppelbild auf ihnen unterbringen. Abb. 135 zeigt eine solche Anordnung von H. Eldredge & C. Doty. Die Bildwalze ist in dem Gehäuse 7, 16 um die Achse 8 auf den Lagern 10 drehbar angebracht. Jede mit den beiden Teilbildern — dem Rechts- und dem Linksbild — versehene Bildkarte 14 wird, ehe sie beim Drehen der Achse

1) Brit. Pat. 26.722 vom Jahre 1898.
 2) Gebr. Muster 386.780 der Deutsch. Mutoskop, & Biograph, Ges. nach Phot. Industrie 1909, Seite 1688.

in einem dem Auge des Benutzers angepaßten Abstand von den beiden Stereoskopklinsen 1 entfernt, durch die Schraube 6 festgestellt¹⁾.

Bildkarten auf Bändern. Will man größere Bildreihen vorführen, so empfiehlt es sich, statt der Walzen lange endlose Bänder zu benutzen, auf denen die Bildkarten längs einer Kante befestigt sind. Wir finden diesen Typus schon frühzeitig vertreten, so z. B. durch Konstruktionen von Messter²⁾ & H. Casler³⁾. Abb. 136 zeigt ein Modell von W. P. Warren. Auf dem Bande *d* sind die Bildkarten *D* mittels besonderer Klebstücke *d*¹ befestigt. Das Band *d* ist über die Walze *C* und über eine geneigte Gleitfläche *B* geführt, deren beide Endkanten *b*¹ und *b*² so gebogen sind, daß das Band

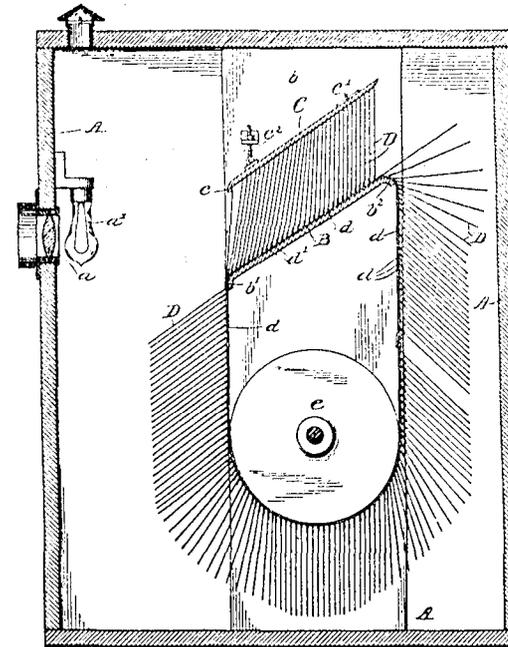


Abb. 136.

dort möglichst wenig Reibung findet und wenig abgenutzt wird. Die Befestigung der Bildkarten auf dem Band mittels der Klebstücke *d*¹ hat zur Folge, daß die Karten sich zu dem Bande hin nach beiden Seiten nur bis zu einem bestimmten Grenzwinkel neigen können, zwischen diesen beiden Grenzwinkeln aber können sie sich völlig frei und leicht bewegen. Die Karten werden deshalb beim Übergang über die Biegung der Kante *b*₂ nach der

1) Amerik. Pat. 822.438. Ähnlich auch Französ. Pat. 352.701 von E. R. Law; hier sind mehrere Mutoskopheftchen mit Stereobildern auf einer Walze angeordnet. Die Bilder werden in der Stellung nach dem Abblättern betrachtet.
 2) D. R. P. 106.784, 108.810.
 3) Brit. Pat. 12.391 vom J. 1897.

Gleitfläche hin hoch geklappt, so daß sie nach oben hin gerade stehen. Vor dem Überkippen nach vorne werden sie durch die verstellbare Leiste *C* gesichert. Wenn das Band über die vordere Kante *b*¹ der Gleitfläche nach unten hin umbiegt, wird die vorderste durch die Glühlampe *a*¹ beleuchtete Karte noch kurze Zeit durch eine Nase *c* zurückgehalten, aber ohne daß sie durchgebogen wird. Sie wird mittels der Lupe *a* betrachtet¹⁾.

All diese Mutoskope lassen sich in Automaten einbauen, welche nach Einwurf eines Geldstückes gestatten, die Bildwalzen oder Bänder einmal ablaufen zu lassen. Die Bewegung kann entweder durch den Beschauer selbst ausgeführt werden, wobei dieser an einer Kurbel dreht, oder das Werk wird durch einen kleinen Elektromotor oder ein Federwerk gedreht. Die Beleuchtung, meist eine kleine Glühlampe, tritt für die Dauer der Benutzung automatisch in Wirksamkeit und schaltet sich, wenn das Werk stille steht, wieder aus.

¹⁾ Amerik. Pat. 721.261, 722.393 von W. P. Warren. Von weiteren Konstruktionen seien erwähnt die von: H. Casler, Amerik. Pat. 597.759 sowie Brit. Pat. 12.391 vom J. 1897; Ch. Raleigh, Brit. Pat. 20.802 vom J. 1898; W. K. L. Dickson (bzw. American Mutoscope and Biograph Co.) Amerik. Pat. 636.500 oder Österr. Pat. 3564 für E. B. Koopman, hier legt sich jede Karte nach dem Abblättern zunächst gegen einen besonderen, die Schaulstellung fixierenden Anschlag; G. L. Jenkins, Amerik. Pat. 765.580.

XVII. Die Lichtquellen der Vorführungsapparate.

Die elektrische Bogenlampe bildet bei den modernen Vorführungsapparaten in weitaus den meisten Fällen die Lichtquelle. In seltenen Ausnahmen wird noch das Kalkglühlicht benutzt und der Amateur hat wohl noch in seinem kleinen Apparat eine Nernstlampe; für Schulkinematographen sowie für die kleinen Spielzeugkinematographen genügt das Licht einer Glühbirne.

Die elektrische Bogenlampe. Da die Lampe stets in unmittelbarer Nähe des Operateurs brennt, so ist hier im Gegensatz zu elektrischen Beleuchtungsanlagen der Handregulator am Platze. Er gestattet bei allseitiger Beweglichkeit der beiden Kohlenträger eine rasche und bequeme Einstellung des Bogens in die optische Achse des Kondensors. Die beiden Kohlen sind so geneigt, daß der bei Benutzung von Gleichstrom auftretende Krater dem Kondensor zugekehrt ist, so daß die Ausbeute des erzeugten Lichtes möglichst günstig ist.

In den meisten Fällen wird das Kinotheater den erforderlichen Strom von einer Zentrale beziehen. Nur bei Wanderunternehmungen lohnt es sich, den Strom selbst zu erzeugen, da diese zuweilen an Orten sein werden, wo Elektrizität nicht vorhanden ist. Es sind für diesen Zweck taugliche Maschinenaggregate am Markt, welche Betriebssicherheit mit Handlichkeit und Wirtschaftlichkeit vereinigen. Als Triebkraft für die Dynamomaschine eignet sich jeder kräftig gebaute Motor von genügend hoher Tourenzahl und gleichmäßigem Gang. Motor, Kühlwasserbehälter, Dynamo und Schalttafel sind vorteilhaft auf einer auf jedem starken Wagen leicht transportierbaren Schleife oder auf einem besondern Wagen fest montiert¹⁾.

Die Projektionslampe erfordert bei Gleichstrom etwa 45 Volt, bei Wechselstrom 30 Volt, zum Einregulieren muß die Stromquelle etwas überschüssige Spannung haben, die in einem Vorschaltwiderstand verzehrt wird. Doch ist mit 65 Volt ein sicherer Betrieb vollauf gewährleistet. Man wird bei eigener Stromanlage diese also nicht von höherer Spannung wählen, denn jeder Vorschaltwiderstand verbraucht Energie und drückt mithin die Wirtschaftlichkeit der Anlage herab. Die elektrischen Zentralen haben aber durchwegs weit höhere Spannungen, unter 110 Volt nur in den allerseltensten Fällen. Speist man also die Projektionslampe unmittelbar aus dem Netz einer Zentrale, so muß man damit rechnen, daß 60% und oft noch mehr von den Kosten des verbrauchten Stromes nicht wirtschaftlich ausgenutzt

¹⁾ Die Firma H. Ernemann, Dresden, liefert derartige Stromanlagen.

werden. In allen Fällen, in denen eine Projektionslampe tagaus tagein benutzt wird, lohnt es sich deshalb, eine Anlage anzuschaffen, die den Betrieb wesentlich verbilligt, ohne die Anlagekosten allzusehr zu steigern¹⁾.

Umformer. Am einfachsten ist die Umformung eines Wechselstromes wiederum in einen Wechselstrom. Der Umformer besteht hier im wesentlichen aus zwei über einen gemeinsamen Eisenkern geschobenen Drahtspulen. In der einen Drahtspule, und zwar in unserem Falle in der aus dünnerem Draht hergestellten, verläuft der Wechselstrom der Zentrale. Entsprechend den Schwankungen des Wechselstromes wird der Eisenkern abwechselnd magnetisiert, entmagnetisiert und wieder, nun aber mit umgekehrter Polarität, magnetisiert. Es kehrt sich also das von dem Eisenkern ausgehende magnetische Kraftlinienfeld ständig um. Hierbei wird in der zweiten dickeren Drahtspule, in deren Kreis die Bogenlampe eingeschaltet ist, ein Induktionsstrom erzeugt, der entsprechend der geringeren Windungszahl der dickeren Drahtspule eine geringere Spannung hat. Das Verhältnis der beiden Spulen muß so gewählt sein, daß der Induktionsstrom nur die zum Brennen der Lampe nötige Spannung zuzüglich der geringen, zum Regulieren nötigen, in einem Vorschaltwiderstand zu verzehrenden Zusatzspannung hat.

Weniger einfach in der Anlage ist die Umformung von Wechselstrom oder Gleichstrom in Gleichstrom mittels rotierender Umformer. Ein solcher besteht aus zwei miteinander gekoppelten Dynamomaschinen. Die eine (Motor) wird von dem Strom der Zentrale gespeist und dadurch in Umlauf versetzt; sie dreht die zweite Dynamo (Generator), welche den Strom für die Projektionslampe liefert. Man baut die beiden Dynamos so, daß ihre Anker (Rotoren) konachsial sind, also mit gleicher Tourenzahl laufen; die Umformung erfolgt dann durch die Verschiedenartigkeit der Wicklungen. Die Umformung von Wechselstrom zu Gleichstrom ist derjenigen in Wechselstrom deshalb vorzuziehen, weil das Gleichstromlicht an sich zur Projektion geeigneter ist und auf dem Projektionsschirm die gleiche Helligkeit durch Gleichstrom von einer um etwa 25 bis 30% geringeren Stromstärke erzielt wird, als bei Wechselstrom notwendig ist.

Handelt es sich darum, Gleichstrom höherer Spannung in solchen niederer Spannung umzuformen, so kann man sich der Einankerumformer bedienen. Es ist bei diesen ein einziges Magnetsystem vorhanden, in dem ein Anker rotiert. Auf diesem Anker sind zwei getrennte Wicklungssysteme untergebracht, deren jedes einen getrennten Stromabnehmer hat. Dem einen Abnehmer, und zwar jenem, der zu der dünneren Wicklung von vielen Windungen führt, wird der Netzstrom zugeleitet, während an dem Kommutator, der an die dickere Wicklung mit weniger Windungen angeschlossen ist, der Lampenstrom entnommen wird.

Über die Wirkung und die Vorteile der Umformung mögen folgende Zahlen orientieren. Wenn eine Lampe bei einer Stromstärke von 40 Amp.

¹⁾ Man könnte die Beleuchtung auch durch einen Wechselstrom von geringer Frequenz bewirken, der synchron zur Bildbandfortschaltung ist und dessen Nullwert zeitlich mit der Bewegung des Bandes im Bildfenster zusammenfällt; vgl. D. R. P. 161.633 der Stotz & Co, Elektrizitäts-Ges. zu Mannheim. Praktischer Wert dürfte diesem Vorschlag wohl kaum zukommen. Vgl. auch „Lumière froide“ unten Seite 196.

unmittelbar aus einem Netz von 220 Volt gespeist wird, so verbraucht sie 8800 Watt, läßt man sie hingegen mit 65 Volt brennen, so verbraucht sie nur 2600 Watt. Erzeugt man nun diese 65 Volt durch einen Umformer und rechnet für diesen reichliche 20% als Eigenverbrauch, so sind nur 3120 Watt erforderlich, man spart mithin gegenüber dem ersten Fall über 5600 Watt. Da eine solche Umformanlage je nach ihrer Größe 1000 bis 1500 M. kostet, so macht sie sich bei den hohen Strompreisen unserer Elektrizitätswerke im Dauerbetrieb in kurzer Zeit bezahlt.

Quecksilberdampfgleichrichter. Hat das Netz Wechselstrom, so kann ein Umformer benutzt werden, der von den vorher genannten vollkommen verschieden ist. Zu den modernen elektrischen Beleuchtungskörpern gehören die Quecksilberdampflampen. Sie bestehen aus evakuierten Glasgefäßen von Röhrenform. In der einfachsten Form besteht die Lampe aus einer langen Röhre mit oben und unten eingeschmolzenen dicken Drähten als Elektroden; sie enthält etwas Quecksilber, so viel, wenn man die Röhre kippt, ein dünner Quecksilberfaden beide Elektroden verbindet. Sie sei so geschaltet, daß der negative Pol unten ist. Man bringt die Röhre in wagerechte Lage, so daß der Quecksilberfaden beide Elektroden verbindet und den Strom schließt und richtet sie dann rasch auf. Das Quecksilber fällt zurück und ein aus glühendem Quecksilberdampf bestehender Flammenbogen erfüllt das ganze Gefäß. Nur wenn das flüssige Quecksilber den negativen Pol bildet, entsteht der Bogen; würden wir den Strom umkehren, so würde der Bogen sofort erlöschen. Bei passender Schaltung kann man nun diese Lampen als Gleichrichter für Wechselstrom benutzen, d. h. man kann ihnen Wechselstrom zuführen und Gleichstrom entnehmen.

Abb. 137 zeigt das Schema. Es sei Einphasenwechselstrom gegeben. Die Lampe muß zwei positive Elektroden (Anoden) A_1 und A_2 , und eine negative Elektrode (Kathode) K sowie zum Zwecke der Zündung noch eine Hilfsanode A_3 haben. Die beiden Anoden A_1 und A_2 liegen an den Enden der sekundären Wicklung des Transformators T , durch dessen primäre Wicklung der Wechselstrom des Netzes der Zentrale geht. Die Mitte der sekundären Wicklung des Transformators ist mit der Kathode K verbunden, und zwar liegt in diesem Leitungszweig die zu speisende Bogenlampe L und eine Drosselspule D . Zur Einleitung des Stromdurchganges wird die Röhre nach links hinübergeneigt, so daß von dem über die Kathode geschichteten Quecksilber etwas nach der Hilfsanode fließt. Kippt man zurück, so bildet sich zwischen dem zurückfließenden Quecksilberfaden und der Hilfsanode ein Lichtbogen, der einmal das Quecksilber zur Kathode macht und damit den weiteren Stromdurchgang einleitet. Passen wir nun den Zeitpunkt ins Auge, in dem durch den Zweig I ein Strom gegen A_1 fließt; dieser kann tatsächlich zustande kommen. Anders mit dem Impuls im Aste II . Passen wir den Zeitpunkt ins Auge, in dem der Wechselstrom für den auf die Papierebene Schauenden im Sinne des Uhrzeigers schwingt. Nur in den Leiterteilen kann dann ein Strom zustande kommen, die so liegen, daß K Kathode wird. Dies trifft für

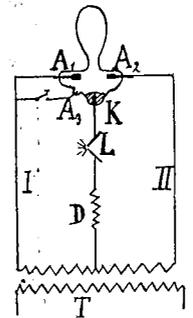


Abb. 137.

den linken Kreis zu, der von der Mitte der Sekundärwicklung des Transformators über I , A_1 , L und D zum Transformator führt. Die Schwingung im rechten Kreis würde einen Strom ergeben, der K zur Anode machte, für einen so gerichteten Strom ist aber der Widerstand der Quecksilberlampe praktisch unendlich. Umgekehrt liegen die Verhältnisse dann, wenn die Schwingung entgegen dem Sinne des Uhrzeigers gerichtet ist. Dann ist für den von der Mitte der Sekundärwicklung über II , A_2 , L_1 und D verlaufenden Strom K Kathode und im linken Leiterkreis kommt kein Strom zustande. In beiden Fällen ist also der Strom in dem die Lampe enthaltenden Leitungsast gleichgerichtet, die Lampe brennt also mit Gleichstrom. Da die eine Schwingung eines Wechselstromes erst beginnt, wenn die andere verschwunden ist, so würde die Lampe bei jedem Stromwechsel erlöschen; um dies zu vermeiden, ist die Drosselspule D in den Gleichstromast eingeschaltet. Sie

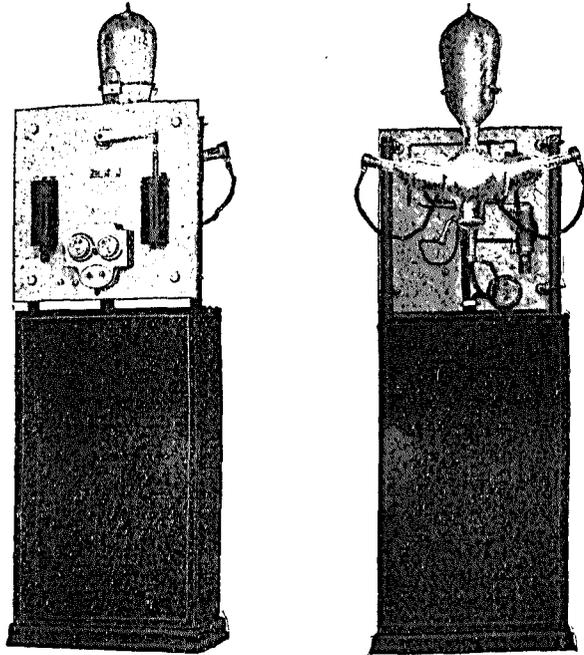


Abb. 138.

bewirkt durch Verschiebung ein „Überlappen“ der beiden Gleichstromimpulse, so daß die Lampe dauernd brennt¹⁾.

Bei für Projektionslampen bestimmten Gleichrichtern dieser Art, wie sie Abb. 138 in der Bauweise der Westinghouse-Cooper-Hewith-Gesellschaft zeigt, erfolgt das Kippen des Gleichrichtergefäßes automatisch durch ein Relais, das nebst der Hilfsanode durch ein Hauptstromrelais ausgeschaltet

¹⁾ W. Hechler, Über die neuesten Ausführungen der Quecksilberdampfgleichrichter, Elekt. Zeitschrift, 1910, Seite 1053.

wird, sobald die Zündung erfolgt ist und die Projektionslampe ihren Strom empfängt. Die Glaskörper dieser Gleichrichter haben eine garantierte Lebensdauer von 600 Brennstunden, so daß bei den Gefäßen für 30 Ampère etwa elf Pfennig und bei denen für 50 Ampère 22 Pfennig Abnutzung des Glasgefäßes auf die Brennstunde kommt. Da sie mit 66% Nutzeffekt arbeiten, ergeben sie schon wesentliche Ersparnisse in den Betriebskosten, falls der Strompreis der Zentrale 20 Pfennig für die Kilowattstunde erreicht oder wie in den allermeisten Fällen überschreitet.

Kalklicht. Für die Fälle, in denen Elektrizität nicht zur Verfügung steht, bietet das Kalklicht einen guten Ersatz. Wird ein kleiner Kalkkegel in eine sehr heiße Flamme gebracht, so sendet er ein sehr intensives rein weißes Licht aus. In den Jahrzehnten, welche dem raschen Aufschwung der elektrischen Beleuchtung vorhergingen, spielte das Kalklicht, das Drummond im Jahre 1826 angegeben hat, eine große Rolle. Leuchtgas, mit atmosphärischer Luft gemischt, entwickelt nicht so viel Wärme, daß es solche dicke Kalkstäbchen in Weißglut bringen könnte. Man muß dem Brenngas mehr oder weniger reinen Sauerstoff zuführen, also den zum Verbrennen untauglichen, selbst Wärme verzehrenden Stickstoff der Luft ausschalten, um in kleiner Flamme die erforderliche Temperatur zu erzeugen. Heute kann man komprimierten, fast reinen Sauerstoff in Stahlflaschen beinahe überall beziehen, so daß die Bereitung des Sauerstoffes an Ort und Stelle, die früher für den Vorführer von Projektionsbildern ein wichtiges Ding war, nur noch für Gegenden abseits der großen Straßen des Verkehrs erforderlich ist. Der Sauerstoff entströmt dem Reduzierventil der Stahlflaschen, in denen er unter einem Druck von 110 bis 120 Atmosphären steht, mit einem Überdruck bis zu einer Atmosphäre. Er reißt hierbei sein Brenngas an, mischt sich mit ihm und liefert entzündet eine nichtleuchtende, überaus heiße Flamme. Als Brenngas kommt in vielen Fällen Leuchtgas zur Verwendung. Auch der jetzt leicht in Stahlflaschen allerorts zu beziehende komprimierte Wasserstoff wird benutzt. Wo diese beiden fehlen, muß der Dampf einer leichtflüchtigen brennbaren Flüssigkeit Ersatz schaffen. Von größerer Bedeutung ist hier nur der Äther, vielfach fälschlich noch immer Schwefeläther genannt. Es gibt zwei, unter dem Namen Gasator und Saturator im Handel befindliche, diesem Zweck dienende Apparate: Beim Gasator wird durch den austretenden Sauerstoff in dem Brenner Luft angesaugt, die zuvor Gelegenheit hatte, sich mit Ätherdampf zu sättigen. Die Luft streicht hierbei durch mehrere zum Teil mit Äther gefüllte Gefäße, in denen sie allmählich so viel Ätherdampf aufnimmt, als bei der herrschenden Temperatur möglich ist. Der Saturator hat in einem vom Sauerstoff durchströmten Gefäß eine Anzahl poröser Platten, welche den in das Gefäß gefüllten Äther nach Art von Dochten ansaugen und wieder verdampfen, wobei sich die Dämpfe mit dem Sauerstoff mischen. Es wird hier also dem Brenner das fertige Dampf-Sauerstoffgemisch zugeführt, während beim Gasator ein Dampf-Luftgemisch und Sauerstoff getrennt zugeleitet werden. — Die gebräuchlichen Stahlflaschen größten Formates enthalten zehn Kubikdezimeter Sauerstoff von 120 Atmosphären, also 1200 Liter Sauerstoff von Atmosphärendruck, eine Menge, die bei normalem Gebrauch den Brenner während acht Stunden speisen kann¹⁾.

¹⁾ Ein Kinematograph für Spiritusglühlicht ist beschrieben im Franz. Pat. 358.839.

Glühlicht. Die kleinen Spielzeugkino haben zu ihrer Beleuchtung Lampen, wie sie bei der Laterna magica gebräuchlich sind. Sie bedürfen entsprechend ihrer geringen Bedeutung keiner weiteren Erörterung. Man hat in letzter Zeit vorgeschlagen, bei Spielzeugkino von besserer Ausführung sich des elektrischen Glühlichtes zu bedienen und dieses entweder durch eine kleine, im Fuße des Apparates untergebrachte Trockenbatterie, oder einen kleinen Akkumulator zu speisen. Außerdem kann man den Strom auch unmittelbar durch eine Dynamomaschine erzeugen, welche mit dem Schaltwerk des Kinematographen gekuppelt ist und wie dieses durch den Vorführer von Hand angetrieben wird. Da ein hinreichend helles Licht erst erzielt wird, wenn die Dynamo ihre Tourenzahl erreicht hat, empfiehlt es sich, die Kupplung ausrückbar zu machen, so daß die Verbindung des Schaltwerkes mit der Antriebskurbel erst erfolgt, wenn jene Tourenzahl erreicht ist. Die Einrückung kann willkürlich durch den Vorführer oder automatisch durch einen Fliehkraftregler erfolgen¹⁾.

Die Firma Pathés frères baut Apparate nach diesem Prinzip und zwar hauptsächlich für Unterrichtszwecke. Auf einem Schirme und mit einer Vergrößerung, die für Schulsäle völlig ausreichen, lassen sich so hinreichend helle Projektionsbilder erzeugen. Zum Antrieb dient ein an dem Gestell des Kinematographen angebrachtes Tretwerk, das dem Tretwerk der Fahrräder ähnlich ist. Einzelne, das Interesse besonders erweckende Phasen des bewegten Bildes können, indem die Kupplung zwischen dem Antrieb und dem Kinoschaltwerk gelöst wird, als stehende Bilder gezeigt werden und der Vorführer kann dann unmittelbar darauf mit dem bewegten Bild fortfahren. Die Bilder werden auf unverbrennbarem Film (Zellit) hergestellt, so daß jede Feuersgefahr vermieden ist. Es ist beabsichtigt, zu diesem Apparat Reihenbilder beherrschenden Inhaltes zu billigem Preise an die Schulen abzugeben und so das bei den Filmfabriken sich ansammelnde und für die Theater in gewissem Sinne veraltete Negativmaterial auf die Dauer nutzbringend zu verwenden, insoweit es sich durch seinen Inhalt für Schulzwecke eignet.

Statt die Lichtquelle während des Bildwechsels abzudecken, kann man die Stromzufuhr zur Lichtquelle während der Dunkelpause unterbrechen und so — wenigstens theoretisch — an Energie sparen. Allerdings muß man dann einen mit dem Werk gekuppelten Unterbrecher in den Stromkreis schalten²⁾. Dussaud hat diese Schaltweise neuerdings wieder in Vorschlag gebracht, und zwar sollen die Glühlampen immer für kurze Zeit mit einer höheren Spannung betrieben werden, als sie bei dauernder Schaltung aushalten würden³⁾. (Lumière froide.) Die Lichtausbeute ist nämlich, bezogen auf die verbrauchte Energie, um so günstiger, je höher die Temperatur des Glühfadens ist. Es wird also nicht nur wegen der Unterbrechung während der Dunkelpause weniger Strom verbraucht, sondern dieser dadurch, daß er „überspannt“ ist, auch wirtschaftlicher verwertet. Um die Überspannung

¹⁾ D. R. P. 230.675 der Comp. Génér. de Phonographes, Cinématographes et Appareils de Précision.

²⁾ Photograph. Industrie 1912, Seite 90, ferner Französ. Pat. 384.254 und Zusatz 3707, wo dies für einen Doppelapparat vorgeschlagen ist.

³⁾ Comptes Rendus 2. Sem. 1910, t. 151, Seite 858, und Französ. Pat. 421.659 nebst Zusatz 13.429.

noch weiter steigern zu können, ohne die Lebensdauer der Lampen zu gefährden, soll eine größere Zahl von Lampen auf einem synchron zum Bildwechsel rotierenden Kranz angebracht sein. Jede Lampe wird nur für die kurze Zeit, während der sie hinter dem Kondensator ist, eingeschaltet und hat dann, ehe sie wieder an die Reihe kommt, eine längere Pause, in der sie sich vollkommen abkühlen kann.

Bogenlicht zwischen rotierenden Scheiben. Eine eigenartige Konstruktion für intermittierende Beleuchtung hat Th. J. Murphy angegeben. Es soll hier zwischen zwei dauernd umlaufenden Kohlscheiben durch einen übergelagerten Hochspannungsstrom ein Übergang für den Arbeitsstrom geschaffen werden. Durch die Bewegung der Scheiben wird unter Mitwirkung eines Blasemagneten der Arbeitsstrom alsbald wieder unterbrochen. „An die Leitung 1, 2 (Abb. 139) von 110 Volt Spannung sind unter Vermittlung der auf den Achsen 6, 7 schleifenden Bürsten 5 die in Richtung der Pfeile umlaufenden Kohlscheiben 3, 4 angeschlossen. Die Vorrichtung zum Einleiten des Stromüberganges zwischen den Kohlscheiben besteht in einem Kondensator 8 und der Funkenstrecke 9. Der Kondensator und die Funkenstrecke liegen im Nebenschluß der Elektroden 3 und 4 und zwar wird der Kondensator 8 von einer Stromquelle geladen, die ein hohes

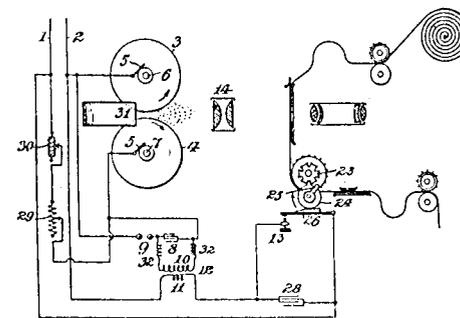


Abb. 139.

Potential hat. Der Kondensator ist mit der Sekundärwindung 10 einer Induktionsspule 12 verbunden, und zwar unter Zwischenschaltung von Drossel­spulen 32. Die primären Windungen 11 der Induktionsspule sind mit dem Gleichstromkreis verbunden. Die Induktionsspule wird von einem Strom­öffner 13 beeinflusst, derart, daß, sowohl wenn der Stromöffner den Strom­kreis schließt, als wenn er ihn öffnet, der Kondensator 8 mit dem in der Spule 12 erzeugten Potential geladen wird. Dieses Potential wird durch die Funkenstrecke 9 und zwischen den Elektroden 3 und 4 entladen, wodurch zwischen den letzteren ein Funkenbogen erzeugt wird. Dadurch wird der von dem Luftspalt zwischen den Elektroden gebildete hohe Widerstand so weit herabgesetzt, daß jetzt der Gleichstrom zwischen den Kohlscheiben (Elektroden) 3 und 4 fließen und einen Lichtbogen bilden kann. Wenn der Lichtbogen zwischen den Scheiben gebildet ist, so ist er bestrebt, an denjenigen Stellen an dem Umfang zu bleiben, an denen er zuerst gebildet wurde. Indem sich die Scheiben in der Pfeilrichtung drehen, wird daher der Lichtbogen nach außen bewegt, so daß die Hauptlichtwirkung gegen die Linse 14 des Kondensators hin gerichtet wird. Durch die Drehung der Kohlen und die Einwirkung des Blasemagneten 31 wird der Lichtbogen nach außen gestreckt, bis er infolge des zu sehr wachsenden Widerstandes plötzlich ausgelöscht wird. Um nun nur einmal während einer Umdrehung des Strom­öffners einen zur Einleitung der Zündung des Bogens ausreichenden Funken

zwischen den Scheiben 3, 4 zu erzeugen, ist parallel zur Unterbrechungsstelle 13 ein Kondensator 28 geschaltet. Hierdurch wird der Öffnungsfunkten verstärkt und der Schließungsfunkten geschwächt¹⁾.“ Der Synchronismus zwischen dem Werk und der Beleuchtung wird dadurch erzielt, daß auf der Achse des Einzahnrades für das Malteserkreuz 23 ein Daumen 25 sitzt, der unter Vermittlung einer Schrägfläche 26 den Kontakt 13 zu richtiger Zeit schließt und öffnet.

Regelung der Lichtstärke. Wir haben auf Seite 60 gesehen, daß das Flimmern sich steigert mit der Menge des von dem Bildschirm zu dem Auge gelangenden Lichtes. Hieraus folgt, daß man die Helligkeit des Bildes nicht größer nehmen soll, als es zur mühelosen Wahrnehmung des Bildes erforderlich ist. Diesem Grundsatz muß sich die Vorführung anpassen, indem bei sehr lichtdurchlässigem Film eine geringere Lichtstärke gewählt wird als bei dichterem Film. Diese Regelung erfolgt, insofern sie notwendig wird, durch den Vorführer willkürlich. Eine interessante Regelung mittels Selenzelle hat Br. Gwózdź angegeben. Ein Hohlspiegel bildet das auf dem Projektionsschirm entstehende Bild auf eine Selenzelle ab. Da der elektrische Widerstand einer Selenzelle umgekehrt proportional ist der auf sie wirkenden Lichtmenge, so ist der durch die Zelle fließende Strom um so stärker, je heller das Bild auf dem Projektionsschirm ist. Dieser Strom beeinflusst die den Strom für die Projektionslampe liefernde Elektrizitätsquelle oder eine vor die Lampe geschaltete Blende so, daß die auf das Bildband fallende Lichtmenge mit seinem Ansteigen sinkt und umgekehrt. Es sei vorausgesetzt, daß bei einer bestimmten Helligkeit auf dem Bildschirm der die Selenzelle durchfließende Strom, durch irgend eine Gegenkraft ausgeglichen, keine Wirkung auf die Lampe ausübt. Kommt nun plötzlich eine sehr lichtdurchlässige Stelle des Films zur Vorführung, so steigt die Belichtung der Selenzelle, mit ihr der sie durchfließende Strom und unter dessen Einfluß nimmt die Stärke der auf das Bildband fallenden Lichtmenge ab, so daß nunmehr die Helligkeit auf dem Bildschirm sinkt, aber nur so lange, bis die zu große Helligkeit auf dem Bildschirm bis zur Hälfte gemildert ist. Denn würde die Helligkeit bis zur ursprünglichen herabgesetzt, so würde auf die Selenzelle ja keine Kraft mehr einwirken, welche die Regelung aufrecht erhielt. Aus diesem Grunde ist vor der Selenzelle eine Blende angebracht, die mit der Hauptregelungsvorrichtung zwangsläufig so verbunden ist, daß sie sich öffnet, wenn durch jene die Beleuchtung des Bildbandes herabgesetzt wird. Führt also die helle Filmstelle zur Abnahme der Lichtstärke auf dem Bildschirm, so öffnet sich die Hilfsblende und die Regelung schreitet weiter voran; denn die größere Öffnung der Hilfsblende läßt die verminderte Helligkeit des Bildschirms stärker auf die Selenzelle wirken, als es bei der ursprünglichen Helligkeit des Schirmes und der ursprünglichen kleineren Öffnung der Hilfsblende möglich war. Um die Regelung völlig durchzuführen, kann man eine zweite Selenzelle anwenden, deren Belichtung unabhängig ist von der wechselnden Lichtdurchlässigkeit des Films. Sie ist, wenn die Hauptregelung unmittelbar durch Beeinflussung der Stromquelle erfolgt, der Lichtquelle gegenüber angeordnet, andernfalls wird zwischen der Hauptblende

¹⁾ D. R. P. 237,875.

und dem Film ein Teil der Lichtstrahlen durch einen Spiegel nach ihr hin reflektiert. Diese zweite Selenzelle wirkt der ersten Zelle entgegen, und zwar wie diese unmittelbar auf die Stromquelle oder die Hauptblende¹⁾.

Lampengehäuse. Die Projektionslampen müssen in Metallgehäusen eingeschlossen sein. Da in ihnen eine starke Wärmeentwicklung stattfindet, ist durch geeignete Öffnungen unten und oben dafür Sorge zu tragen, daß die heiße Luft oben abströmen und frische Luft unten zuströmen kann. Trotzdem ist eine starke Erwärmung des Lampengehäuses bei Dauerbetrieb unvermeidlich. Dieses muß deshalb eine solche Form haben, daß es unmöglich ist, größere Gegenstände darauf zu legen, um den Vorführer der Versuchung zu entheben, es einmal im Drange der Geschäfte als Aufbewahrungsort für eine rasch aus der Hand zu legende Filmrolle zu benutzen. Wo an der Stirnseite ein Film beim Einsetzen oder Herausnehmen anschlagen könnte, empfiehlt sich ein Überzug aus Asbest.

Soll die Lampe auch zur Projektion unbewegter Bilder benutzt werden, so kann man auf der Grundplatte des Lampengehäuses einen Schlitten anbringen, auf dem das Kinowerk mit seinem Objektiv neben der Vorrichtung zum Einlegen der Glasdiapositive nebst dem dazugehörigen Objektiv von größerer Brennweite befestigt sind, so daß man wahlweise jede der beiden Projektionsvorrichtungen rasch vor die Lampe bringen kann.

Einfacher ist folgende Einrichtung: Da ja nur ein Teil des Lichtes von dem Kondensator aufgenommen werden kann, so läßt sich für die Projektion stehender Bilder, so z. B. für die der Ankündigungsdiapositive das nicht in den Kondensator des Kinematographen gelangende Licht ausnutzen. Es ist zu diesem Zwecke an der dem Standort des Operateurs abgekehrten Seitenwand des Lampengehäuses ein Spiegel angebracht, der das auf ihn fallende Licht zu einem zweiten Kondensator leitet. Vor diesem sitzt der Halter für die Diapositive, die durch ein zweites Objektiv projiziert werden. Dieses zweite Objektiv ist so gerichtet, daß sich seine optische Achse mit derjenigen des Kinoobjektives in der Mitte des Bildschirms schneidet.

¹⁾ D. R. P. 220,569, 225,371, 225,544.

XVIII. Der Projektionschirm.

Während die Projektion unbewegter Bilder, wenn auch in beschränktem Maße, auf durchscheinende Wände im durchfallenden Licht neben der auf weiße, undurchsichtige Wände im auffallenden Licht vorkommt, tritt beim Kinematographen die erstgenannte zu Gunsten der letztgenannten völlig in den Hintergrund. Der Kinematograph setzt meistens einen so großen Abstand zwischen sich und dem Schirm voraus, daß nur in den allersehrsten Fällen ein solcher hinter dem Schirm zur Verfügung steht. Projiziert man aber im auffallenden Licht über die Köpfe der Zuschauer hinweg, so ergibt die Gewinnung dieses Abstandes wohl niemals Schwierigkeiten.

Eine feste Wand aus weißer, zerstreut reflektierender Masse, wie etwa eine Gipswand, würde für die meisten Fälle genügen, doch ist eine solche oft nicht anzubringen. So bleibt denn die bewegliche Wand fast immer das einzig Mögliche. Die Wand muß drei Bedingungen genügen: 1. Sie soll alle sichtbaren Farben gleichmäßig reflektieren, 2. sie soll im ganzen möglichst stark reflektieren und 3. sie soll wenigstens insofern diffus reflektieren, daß auch noch auf die seitlichen Grenzgebiete genügend Licht fällt und nicht die Mitte zu sehr auf Kosten der Seiten begünstigt wird¹⁾. Hinsichtlich der letztgenannten Bedingung genügt es meistens, wenn man den Winkel berücksichtigt, der von der Schirnormalen nach rechts und nach links 40 bis 45° beträgt. Sehr häufig wählt man als Kinotheater lange, schmale Säle, in denen die Schaulinie höchstens einen Winkel von 30° gegen die Schirnormale bildet.

Ein Schirm aus mattem weißen Papier erfüllt die letztgenannte Bedingung am günstigsten. Bei ihm werden unter 45° noch etwa 70% der Helligkeitsmengen reflektiert, die bei senkrecht eintreffendem Licht reflektiert werden. Er ist auch gleichmäßig weiß, aber seine Reflexion ist an sich gering. Man kann nun zwei Wege einschlagen: man gibt dem Schirm einen Überzug, der die Poren schließt, oder man verläßt den rollbaren Schirm ganz und benutzt matte Glasplatten mit bestimmter Ausbildung der Oberfläche. Bis jetzt ist man meistens den ersten Weg gegangen. — Während für die Zwecke der Liebhaberprojektion ein Schirm aus Papier gegebenenfalls mit einem Überzug gute Dienste leistet, wird für die Kinobühne ein gewebter Schirm aus Schirting oder Leinwand, der auf einen Rahmen gespannt ist.

¹⁾ Bei der Spiegelung im engeren Sinne wird jeder Strahl unter dem Winkel reflektiert, unter dem er den Spiegel trifft. Bei der diffusen Reflexion wird die beleuchtete Fläche selbstleuchtend, sie sendet Licht nach allen Punkten hin, nach denen man von ihr aus Gerade ziehen kann. Ein beleuchteter Spiegel erscheint hell nur in einer Richtung, sonst dunkel, eine ideale diffuse ebene Fläche erscheint von allen Punkten der vor ihr liegenden Halbkugel aus betrachtet gleichmäßig hell.

bevorzugt. Alles durch diese Schirme hindurchgehende Licht, das auf der Rückseite sichtbar wird, ist für die Betrachtung von vorne verloren. Man schließt deshalb die Poren durch die verschiedensten Anstriche, wie Stärkekleister mit Magnesiazusatz. „Am besten bewährt sich ein Überzug aus Zinkweiß, Ei (-Weiß und Dotter), etwas Dextrin und wenig Gummiarabikum. Die Farbe ist breiartig; mit ihr ist der Vorhang auf beiden Seiten zu bestreichen. Ein solcher Vorhang bleibt weich und wird auch beim Zusammenrollen nicht brüchig. Die Firma Zeiß empfiehlt zum Bestreichen Zinkweißleimfarbe; kurz bevor die Farbe getrocknet ist, wird die Fläche mit Hilfe eines Zerstäubers mit feinstgeschlämmter Kreide überpudert.“¹⁾ Neuerdings geht man dazu über dem Überzug spiegelnd reflektierende Zusätze einzuverleiben, und zwar entweder metallisch oder total reflektierende. Man benutzt als metallischen Reflektor meistens Aluminium, das als Bronze oder seltener als Blattmetall auf ein noch klebriges Gewebe aufgestäubt wird, das zunächst durch eine Paste, für die Zinkweiß mit Harz, Terpentin und Firnis²⁾ oder auch ein Gemisch von Leim, Salz, Alaun und Soda in Wasser³⁾ empfohlen wird, geglättet wird. Man kann die Aluminiumbronze auch mit einer solchen Paste oder einem andern Bindemittel versetzen und auf das geglättete Gewebe auftragen. Als total reflektierende Überzüge dienen kleine Glasperlen, Glasstückchen in Pulverform⁴⁾. Eine Vereinigung beider Mittel schlägt W. Kayser vor: mittelfeines Glas- oder Glimmerpulver, auch feingemahlene glimmerhaltige Mineralien, wie Biotit und Andesit werden mit etwa ein Drittel Aluminiumbronze versetzt und mit Leim oder Firnis vermischt aufgetragen⁵⁾. Zum Schutz kann ein Lacküberzug dienen. An Stelle des Gewebes kann auch ein Gummistoff dienen, der wesentlich glatter ist als Leinwand oder Schirting⁶⁾. Eine solche Wand soll bei einer Bogenlampe von 18 Amp. Bilder von derselben Helligkeit liefern, wie eine Perlantiniwand bei 24 Amp. und eine gewöhnliche Wand bei 30 Amp.⁷⁾. Elektrisch hergestellte Metallüberzüge auf Holz, Gips oder Glas empfiehlt Pollak⁸⁾. Es sollen mehrere solcher Überzüge übereinander gelegt werden, der oberste aus schwach poliertem Silber oder Nickel. Das kürzlich an die Öffentlichkeit getretene Verfahren von M. A. Schoop, das gestattet, geschmolzene Metalle durch hochgespannte Dämpfe nach Art der bekannten Parfümzerstäuber als sehr gleichmäßige Überzüge aufzustäuben, dürfte wohl auch hier gut anwendbar sein; es soll unter Verwendung von grober Leinwand als Unterlage und von reinem Zinn als Überzugmaterial, das durch einen leichten Firnis geschützt wird, Wände von großem Streuungswinkel und guter Helligkeit liefern, die ohne Nachteil für den Überzug zusammengerollt werden können⁹⁾.

¹⁾ Neuhaß, Lehrbuch der Projektion, Halle 1901, Seite 77.

²⁾ Schweizer. Pat. 43.943 oder Französ. Pat. 388.978 von Fey & Schweikart.

³⁾ Amerik. Pat. 1.007.340 von Coyle.

⁴⁾ Photograph. Industrie 1912, Seite 91, und Gebrauchsmuster 492.221 und 508.451 Perlantiniwand.

⁵⁾ Österr. Pat. 50.849.

⁶⁾ Lichtbildbühne 1912, Nr. 33, Seite 38.

⁷⁾ Zahlenmäßige Vergleiche verschiedener Schirme bei: H. Lehmann, Die Kinematographie, Leipzig 1911, Seite 85.

⁸⁾ D. R. P. 236.131 oder Französ. Pat. 426.628.

⁹⁾ Lichtbildbühne 1912, Nr. 17, Seite 40.

Erwähnt sei der Vorschlag von R. Schnabel, bei den Wänden solche Stoffe zu wählen, die so lange nachleuchten, daß während der Dunkelpause auf dem Schirm ein wenn auch wesentlich schwächeres Bild besteht bleibt¹⁾. Man müßte hierbei aber solche Körper benutzen, die ein einigermaßen weißes Phosphoreszenzlicht ergeben, was sich vielleicht durch Mischung verschiedener Stoffe erreichen ließe.

Mattscheiben mit spiegelnder Rückseite. Für die Projektion mit durchfallendem Licht wurden schon frühzeitig Scheiben aus mattiertem Glas verwendet. Versilbert man aber die blanke Rückseite solcher Scheiben, so kann man sie vorteilhaft auch für die Projektion im auffallenden Licht verwenden. Die Mattierung kann durch Ätzen, Schleifen hergestellt werden. Auch ein auf der blanken Vorderseite angebrachtes Gewebe ergibt eine Mattfläche²⁾. Da bei der Kinoprojektion die Strahlen alle nahezu unter einem rechten Winkel auf den Schirm auftreffen, werden die durchgehenden Strahlen wieder nahezu in sich reflektiert und es fallen somit die beiden Bilder so weit zusammen, daß das erste Bild durch das zweite Bild nicht an Schärfe verliert, während es an Helligkeit viel gewinnt³⁾. Eine besondere Ausbildung erfährt die Mattscheibe nach einem Vorschlag von Büchner & Buol. Die Glasplatte wird auf ihrer einen Seite mit Erhöhungen und Vertiefungen von Linsenform versehen. Die andere Seite wird, falls in der Aufsicht projiziert werden soll, versilbert. Soll das Bild in der Durchsicht betrachtet werden, so erhält die gerauhte Seite einen schwach absorbierenden Überzug von kolloidaler Platinlösung⁴⁾. Der Schirm kann dann als Vorderseite der in die Länge gezogenen dunklen Projektionskabine dienen.

Diese Wand soll vornehmlich geeignet sein, die Projektion von Kinobildern in mäßig erhellten Räumen oder sogar im Freien zu gestatten. Wir kommen hiermit zu einer Gruppe von Einrichtungen, welche die Bilder des Kinematographen aus dem Dunkel der verfinsterten Säle in das Halbdunkel oder sogar in das Helle verpflanzen sollen. Das Dunkel, in dem die Projektionsbilder im allgemeinen vorgeführt zu werden pflegen, hat zwei Wirkungen: es wird von dem Projektionsschirm alles Licht außer dem, das zur Erzeugung des Bildes notwendig ist, ferngehalten und das Auge stellt sich, da es keine starken Lichtreize empfängt, so ein, daß die geringen Lichtreize auf dem Projektionsschirm eine kräftige Wahrnehmung auslösen, es befindet sich in dem Zustand, den es beim Wandern im Wald zur Nachtzeit hat, es ist auf Dunkel adaptiert. Diese Einstellung auf Dunkel geht für das Auge nun stets verloren, wenn die Projektion im erhellten Raume stattfindet, und zwar um so mehr, je heller der Raum ist. Hierdurch wird auf alle Fälle eine größere Helligkeit auf dem Bildschirm

¹⁾ D. R. P. 208.677.

²⁾ Österr. Pat. 41.438 und 45.027 oder Brit. Pat. 17.285 vom J. 1908 von O. Zechmann; Schweizer. Pat. 46.055 von Huber-Stutz.

³⁾ Escher und Kochendorfer haben im Französ. Pat. 403.070 vorgeschlagen, zwei Lagen von Leinwand hintereinander anzuordnen. Hier soll offenbar die zweite Lage als Reflektor für die durch die erste Lage hindurchgegangenen Strahlen wirken. Weshalb hinter beiden als dritte Lage eine solche aus schwarzem Zeug angebracht sein soll, erscheint unerklärlich.

⁴⁾ Brit. Pat. 15.661 vom J. 1910 oder Amerik. Pat. 997.899 oder Schweizer. Pat. 52.179 der Prana-Licht-Gesellschaft.

erforderlich, denn das Auge ist ja unempfindlicher. Wie im übrigen die Verhältnisse auch sein mögen, so ist jedenfalls dafür zu sorgen, daß das gegen den Bildschirm schauende Auge von irgendwelchen andern Lichtquellen möglichst wenig getroffen wird. Außerdem soll aber auch von dem Bildschirm alles irgendwie vermeidliche falsche Licht abgehalten werden, weil sonst die Schatten im Bild zu sehr aufgehellt werden, die Zeichnung im Bilde also notleidet. Beachtet man diese Vorschrift, so kann das, was dem Auge durch die allgemeine Helligkeit im Zuschauerraum verloren geht, durch eine geringe Vermehrung der Lichtstärke des Projektionsapparates wieder ausgeglichen werden. In gleicher Weise wirkt natürlich bei gleichbleibender Lichtstärke der Ersatz eines weniger guten Projektionsschirmes durch einen besseren. Man kann durch passend angebrachte Deckenbeleuchtung, deren Quellen Strahlen weder direkt in das Auge der Beschauer, noch auf den Schirm gelangen lassen, den Saal so weit erhellen, daß der Verkehr in diesem auch während der Vorführung der Bilder leicht möglich ist und das vollkommene Dunkel, das manchem eine unangenehme Beigabe des

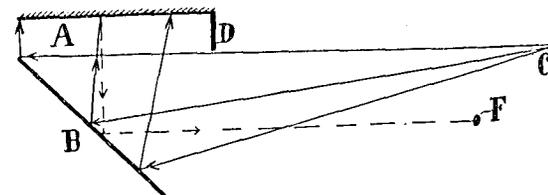


Abb. 140.

Kinotheaters zu sein scheint, vermieden wird. Um Seitenlicht vom Schirm fernzuhalten, schlägt Garzini vor, auf den Schirm eine Art Netzwerk von senkrecht zur Schirmebene verlaufenden dünnen dunklen Streifen aufzusetzen, die sich kreuzen. Man kann auch drei je unter einem Winkel von 120° sich schneidende Streifensysteme anwenden; jeder Streifen etwa $\frac{1}{2}$ mm dick, 1 cm vor die Wand vorspringend und die Streifen innerhalb eines jeden Systemes vielleicht 15 mm voneinander entfernt. Die Streifen bilden dann wie die Bienenwaben regelmäßige Sechsecke. Das Licht der Projektionslampe fällt zwischen den dunklen Wänden der Waben auf den Bildschirm und die Beschauer, die allerdings nur in einem verhältnismäßig schmalen Zuschauerraume sitzen dürfen, sehen wiederum die einzelnen Bildfeldchen zwischen den Streifen und außerdem nur die schmale Vorderkante der Waben und deren dunkle Seitenflächen unter einem so spitzen Winkel, daß sie nicht stören. Das seitlich auf die Waben fallende Licht der Beleuchtungslampen des Zuschauerraumes kann nicht auf die Bildfläche gelangen und das Bild nicht beeinträchtigen, die Seitenflächen der Waben aber werfen, da sie dunkel sind, dieses Licht nicht in das Auge der Beschauer¹⁾.

Ein anderes Hilfsmittel, den Bildschirm bei hellem Zuschauerraum vor falschem Licht zu schützen, bietet ein vorgeschalteter Spiegel. Abb. 140

zeigt eine von de Mare vorgeschlagene Anordnung¹⁾. Der Kinematograph steht bei *C* im Rücken und etwas oberhalb der Zuschauer; seine Strahlen fallen auf einen unter 45° aufgestellten Spiegel *B* und von dort auf den wagerecht liegenden Schirm *A*, der durch eine kleine Gardine *D* vor den Strahlen der im Zuschauerraum vorhandenen Beleuchtungskörper geschützt ist. Der bei *F* gedachte Zuschauer sieht dann das Bild, ohne daß dieses durch falsches Licht beeinträchtigt ist, obgleich er selbst in einem hellen Raum sich befindet.

¹⁾ Französ. Pat. 128,054. — Eine Anordnung für durchfallende Projektion geben Porcaux dit Alix im Französ. Pat. 385,195 und A. Tollard im Französ. Pat. 392,131.

XIX. Besondere Einrichtungen für die Aufnahme und für die Vorführung.

Das Gebiet der Aufnahmen mit dem Kinematographen ist fast so weit, wie das Gebiet seiner Mutter, der Photographie, überhaupt. Nur erfordert er entsprechend der Tatsache, daß bei ihm, abgesehen von besonderen Aufnahmen, die Dauer der Belichtung der einzelnen Bilder sehr kurz ist, starke Lichtquellen zur Beleuchtung der aufzunehmenden Gegenstände. Bei Aufnahmen im Freien entstehen hier meistens keine besonderen Schwierigkeiten, weil die Films so lichtempfindlich sind, daß sie auch bei mäßig hellem Licht mindestens leidlich durchgearbeitete Negative liefern. Im übrigen ist es bei einem sich bewegenden Bilde nicht so störend, wenn ein Teil, etwa ein Kopf, auch einmal jetzt im Schatten ohne Details erscheint, er wird wohl in den meisten Fällen bald darauf an eine besser beleuchtete Stelle gelangen und dann für den Beschauer gut wahrnehmbar werden. Von den dramatischen Bildern wird ein großer Teil in großen Glasateliers aufgenommen, welche durch ihre Bauart den Gruppen eine Beleuchtung geben, die nur wenig von dem Freilicht abweicht. Wenn möglich, richtet man sich so ein, daß mindestens die Südseite des Ateliers einschließlich des Daches Glas ist. Man kann dann durch Vorhänge und Schirme die Beleuchtung hinreichend regeln. Die notwendigen Kulissen entsprechen den beim Theater gebräuchlichen. Nur hinsichtlich der Farben ist sowohl bei den Kulissen, wie bei den Gewändern der Schauspieler auf die Eigentümlichkeiten der Photographie Rücksicht zu nehmen: ein rotes Gewand, das für unser Auge sich von einem schwarzen Hintergrund hinreichend abhebt, oder eine blaue Zeichnung, die gegen eine weiße Fläche beim Betrachten stark kontrastiert, kommen in der Photographie nur wenig heraus. Man kann also auf Farbenwirkung verzichten, wenn nur hinreichend Kontraste in Hell und Dunkel auftreten. Erst wenn der Farbenkinematograph einmal allgemeiner in Aufnahme kommt, muß man auch bei der Aufnahme größeren Wert auf die Farbenwirkung legen. Zurzeit genügt es, wenn man sich vergegenwärtigt, daß größere helle Flächen im Bilde stören. Sie haben nicht genug Zeichnung und wirken deshalb leicht kreidig. Außerdem vermehren sie wegen ihrer Helligkeit, da sich in Rücksicht auf die dunkleren Teile des Bildes bei der Projektion die allgemeine Helligkeit nicht herabsetzen läßt, das unangenehme Flimmern. Man wird deshalb vollkommen weiße oder auch die wie diese wirkenden hellblauen Flächen vermeiden und statt weißer oder hellblauer Gewänder hellgraue oder lichtrosafarbene Gewänder wählen, die dann im Bilde wie weiß, aber gedämpfter wirken.

Hilfsbeleuchtung. Nicht immer reicht das Tageslicht zur Aufnahme aus. Man muß deshalb zu einer Unterstützung oder einem vollen Ersatz des Tageslichtes greifen. Als solches kann nur die elektrische Bogenlampe in Frage kommen. Mit einem Dutzend Kohlenbogenlampen kommt man meistens für eine kleine und mittlere Gruppe aus. Durch passende Reflektoren muß die volle Strahlung dem Aufnahmeobjekt zugeleitet werden. Die Lampen müssen so angeordnet sein, daß harte Schatten möglichst vermieden werden und die Beleuchtung der bei diffusum Tageslicht nahekommt. Weit wirtschaftlicher als die Kohlenbogenlampen arbeiten die Quecksilberdampflampen, die dadurch, daß das Licht von einem nicht zu schmalen langen Bande ausgeht, eine gleichmäßige Beleuchtung ohne scharfe Schatten geben. Allerdings ist ihre Handhabung, da die Leuchtkörper sich rasch und bequem müssen verstellen lassen und zerbrechlich sind, bei weitem nicht so einfach wie die der Kohlenbogenlampen. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, daß letztere zurzeit bei den Kinematographenaufnahmebühnen noch das Feld behaupten.

Für größere Filmfabriken ist es unmöglich bei den Atelieraufnahmen mit natürlichem Licht auszukommen, da dessen Unregelmäßigkeit die Aufnahmen schwierig macht und seine während eines großen Teiles des Jahres geringe Dauer eine wirtschaftliche Ausnützung der teureren schauspielerischen Kräfte nicht gestattet. Aus diesem Grund wird die Bedeutung der künstlichen

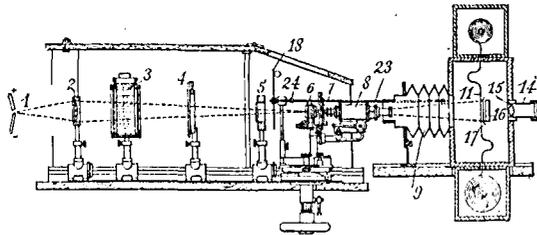


Abb. 141.

Beleuchtung in den Aufnahmeateliers der Filmfabriken noch wesentlich wachsen und die Benutzung des Sonnenlichtes noch mehr zurücktreten.

Mikrokinematographen. Eine besondere Einrichtung erfordern die Apparate zur mikroskopischen Aufnahme kleiner, sich bewegender Objekte. Sie müssen dauernd oder doch wenigstens in angemessenen Intervallen gestatten zu kontrollieren, ob das Objekt durch seine Eigenbewegung nicht aus dem Bildfeld herausgewandert ist. Außerdem sollen sie es dem Beobachter ermöglichen, ohne sich zu entfernen, das Objekt wieder in die Bildfeldmitte einzustellen, und auch die etwa verloren gegangene Schärfe der Bilder wiederherzustellen. Abb. 141 stellt einen Schnitt durch einen von der Comp. Générale de Phonographes usw. angegebenen Mikrokinematographen dar, der gestattet, das Bild durch den ja etwas lichtdurchlässigen Bildfilm hindurch dauernd zu beobachten¹⁾. Das von der Lichtquelle 1 aus-

¹⁾ D. R. P. 227.684.

gehende Strahlenbündel wird mittels des Kondensors 2, nachdem es in der Kühlkammer 3 die den Präparaten schädlichen Wärmestrahlen zum größten Teil abgegeben hat, den Beleuchtungslinsen 6 eines Mikroskopes 8 zugeleitet, auf dessen Tischchen 7 das Präparat sich befindet. Bei 4 ist eine Blende und bei 5 ein vor der Aufnahme dauernd zu öffnender Verschluss angeordnet. Die rotierende Verschluss Scheibe 18 ist durch eine Achse 23, in die ein Kardangelenk 24 geschaltet ist, mit dem Kinowerk gekuppelt. Diese Lage des Verschlusses hält für die Dauer der Filmfortschaltung die Licht- und somit auch die Wärmestrahlen von den Präparaten ab. In dem Kinematographen, der durch den Balg 9 lichtdicht an das Mikroskop angefügt werden kann, wird der Film 11 über ein Zelluloidblättchen 17 vor einer Glasplatte 16 vorbeigeführt. Auf diese Stelle ist die in dem Sucherrohr verschiebbare Einstelllupe 15 gerichtet. Das Auge des Beobachters muß an das Sucherrohr so nahe herangebracht werden, daß von dieser Seite aus kein Licht auf den Film fallen kann, oder der Raum muß dort vollständig verdunkelt sein. Passend angebrachte Triebe sollen vom Sitze des Beobachters die Einstellung des Objektivs und die Verstellung des Objektträgers gestatten.

Da bei nicht sehr großer Lichtstärke die Beobachtung des Bildes auf dem Film schwierig ist, erscheint es vorteilhafter, eine den photographischen Reflexkamas nachgebildete Einrichtung zu benutzen. Abb. 142 zeigt den optischen Teil schematisch. Das Suchergehäuse *a* kann an Stelle des Objektivs vor das Kinogehäuse geschraubt werden. Es trägt am anderen Ende das mit Schnecken-

trieb versehene Objektiv *b* oder auch einen Mikroskopobjektivsatz. In dem Sucher ist ein um die Achse *c* drehbarer Spiegel *e* unter 45° gegen die optische Achse des Objektivs angeordnet. Der Spiegel reflektiert in der gezeichneten Stellung das durch das Objektiv eintretende Licht in ein Seitenrohr *g*, in dem bei *h* eine Mattscheibe eingesetzt ist, und zwar so, daß das Bild auf ihr dann scharf erscheint, wenn es, nachdem der Spiegel nach oben hin in seine horizontale Lage geklappt ist, auf dem Bildfilm ebenfalls scharf ist. Das Sucherrohr *k* hat oben die Einstelllupe *l*. Je nach der Stellung des Spiegels erscheint das Bild auf der Mattscheibe *h* oder gelangt unmittelbar auf den Film. Soll es während der Aufnahme dauernd unter Kontrolle bleiben, so wird der Spiegel durch eine in den verschwenkbaren Rahmen *d* eingesetzte unbelegte dünne planparallele Glasplatte ersetzt. Diese behält dann die Lage unter 45° gegen die optische Achse des Objektivs bei. Der größte Teil des Lichtes durchsetzt die Glasplatte und gelangt auf den Film, ein kleiner Teil aber wird an der Vorderseite der Platte in das Seitenrohr reflektiert und ermöglicht die Beobachtung des Bildes auf der Mattscheibe¹⁾.

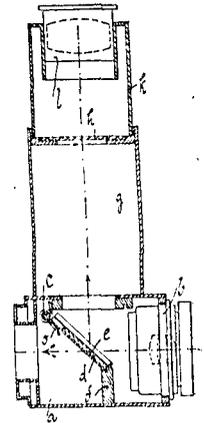


Abb. 142.

¹⁾ D. R. P. 241.361 von Ernemann. Bei dem Mikrokinematographen von Watkins & Head ist der lichtempfindlichen Seite des Films im Fenster ein Spiegel schräg gegenübergestellt, der die Beobachtung des Bildes auf der Vorderseite des Films, also im auffallenden Licht, durch ein seitliches Rohr gestattet; vgl. Amerik. Pat. 926.970, Abb. 2.

Abb. 143 stellt den Ernemannschen Mikrokinoaufnahmeapparat mit Bogenlampe zur Beleuchtung und einem Motor zum Antrieb dar; der Beobachter hat die Hände zum Einstellen des Präparates und des Objektivs frei. Der Apparat wird auch in einer Ausführung gebaut, die das Arbeiten mit wagerechtliegender optischer Achse gestattet. Das Triebwerk des Kinematographen kann durch einen Tritthebel ein- und ausgeschaltet werden.

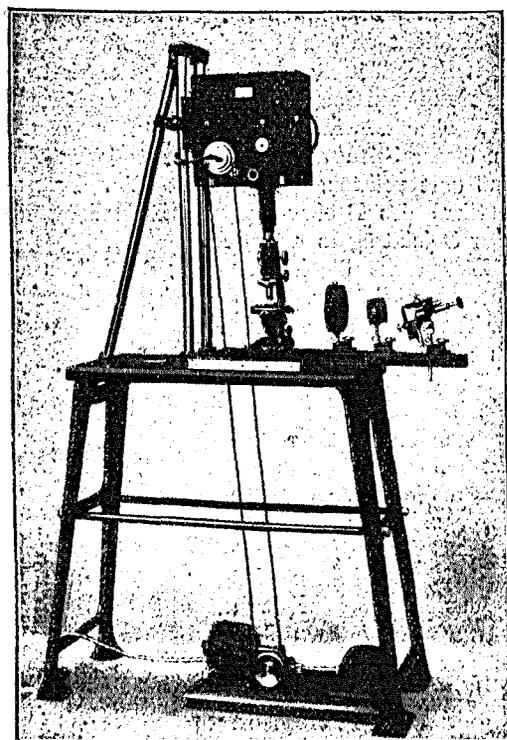


Abb. 143.

Der ballistische Kinematograph. — Elektrische Funken als Lichtquelle. Ein besonders wirksames Licht liefert der elektrische Funke, der zwischen Metallkugeln überspringt. Die Funken können bei großer Lichtstärke von überaus kurzer Dauer sein. Sie eignen sich deshalb zur Aufnahme sehr rasch verlaufender Bewegungsvorgänge, wie sie z. B. bei fliegenden Geschossen vorkommen. Für solche Zwecke hat C. Cranz einen Kinematographen gebaut, der 700 Aufnahmen in Abständen von etwa je $\frac{1}{5000}$ Sekunde liefert. Ein endloses Filmband wird über zwei sehr rasch umlaufende Rollen geführt. Durch einen Pendelunterbrecher wird zunächst das aufzunehmende Ereignis ausgelöst, z. B. ein Schuß elektromagnetisch abgefeuert. Unmittelbar darauf schließt das Pendel einen elektrischen Strom, der einen Funkenstrom erzeugt, und öffnet ihn nach etwa $\frac{1}{10}$ Sekunde wieder. Die Funken haben eine so hohe Frequenz, daß sie in Pausen von etwa $\frac{1}{5000}$ bis $\frac{1}{5500}$ Sekunde aufeinander folgen, und ihre Dauer ist so klein, daß die während dieser auf dem so sehr rasch umlaufenden Bildband erzeugten Bilder hinreichend scharf sind. Bei einem zweiten Modell ist der Film auf dem Mantel eines Stahlzylinders angebracht, der sich hinter einem zu seiner Achse parallelen Schlitz rasch dreht. Es entstehen in beiden Fällen natürlich nur Silhouetten des sich bewegenden Körpers, doch genügt dies für die erstrebten Zwecke. Die Apparate liefern Bilder, welche wichtige Aufschlüsse über die Geschwindigkeit vor und nach dem Durchschlagen von Wänden, über die Durchschießung und das durch den Schuß erzeugte Zerreißen von weichen Gegenständen, über das Verhalten von Schießgeräten während des Schusses und unmittelbar nach

diesem u. dgl. geben.¹⁾ — Da der elektrische Funke sehr reich an ultravioletten, aktinisch überaus wirksamen Strahlen ist, so könnte es sich empfehlen, bei Verwendung des Funkens als Lichtquelle an Stelle der diese Strahlen absorbierenden Glasobjektive sich solcher aus Quarz zu bedienen, die mit Kalkspat achromatisiert sind²⁾.

Stative. Der Aufnahmeapparat muß möglichst ruhig stehen. Man benutzt für ihn Stative, die den für die gewöhnlichen Kameras gebrauchten gleichgebaut, aber besonders fest sind. Bei den Aufnahmen im Atelier entstehen hieraus keinerlei Schwierigkeiten; hier bleibt die Mitte der aufzunehmenden Gruppe, auf die die optische Achse des Objektivs gerichtet sein muß, unverändert. Anders bei den Aufnahmen im Freien. Hier muß der Operateur damit rechnen, daß ihm durch Personen im entscheidenden Augenblick das „Schußfeld“ verdeckt wird. Er muß sich deshalb eines Stativs bedienen, das den Apparat so hoch stellt, daß eine Aufnahme über die Köpfe anderer hinweg gemacht werden kann. Man gebraucht deshalb sehr hoch ausziehbare Leiterstative, welche zwischen zwei Beinen Sprossen haben, auf die der Operateur treten kann, um mit seinem Auge in die Höhe des Suchers der Aufnahmekamera zu gelangen. Außerdem muß der Apparat unbedingt um eine senkrechte Achse rundherum gedreht und womöglich auch um eine wagerechte Achse, wenn auch nur in beschränktem Maße, geneigt werden können. Das Stativ bekommt zu diesem Zweck einen sogenannten Panoramakopf. Bei diesem sitzt der Apparat auf einem um eine senkrechte Achse drehbaren Teller, der an seinem Rande einen Zahnkranz hat, in den eine Schnecke eingreift, die durch eine Kurbel gedreht werden kann. Soll auch eine Neigung erreicht werden, so sitzt auf dem Teller ein Lager für einen zweiten Teller, der in dem Lager um eine wagerechte Achse drehbar ist. An dem zweiten Teller, der in diesem Falle erst die Kamera trägt, ist ein Halbkreis angebracht, in dessen Zahnung eine um eine wagerechte Achse drehbare Schnecke eingreift.

Für die großen Aufnahmeateliers mit den überaus verwickelten Aufnahmetricks genügen die einfachen Stative oft nicht. Man hat deshalb Gestelle für die Kameras geschaffen, welche diese gleichmäßig und bequem allseitig zu bewegen gestatten. Wohl das vollkommenste derartige Stativ hat der Zwillingenaufnahmekinematograph von Pathé frères. Alle Bewegungen des Apparates können sowohl von Hand wie auch durch Elektromotore ausgeführt werden. Der photographische Teil besteht aus zwei unmittelbar neben einander angeordneten Kameras, die auf dieselbe Szene gerichtet werden können. Ihre Schaltwerke können in gleicher und in entgegengesetzter Richtung, zusammen und unabhängig von einander mit beliebig einstellbarer Geschwindigkeit laufen. Dasselbe gilt von den Irisblenden jeder Kamera. Es lassen sich mithin die späterhin noch zu erwähnenden „Triks“ mit diesem Apparat sehr bequem ausführen. Die Zahl der bereits aufgenommenen Bilder und die jeweiligen Geschwindigkeiten der Fortschaltung können außen an Zählwerken bzw. Geschwindigkeitsmessern abgelesen werden. Die Doppel-

¹⁾ Deutsche Mechaniker-Zeitung 1909, Seite 173.

²⁾ Photographisches Wochenblatt 1910, Seite 202, Ultrarapidkinematograph von L. Bull.

kamera ist in einem sehr schweren eisernen Stativ gelagert, das um seine vertikale Mittelachse in einer ringförmigen Grundplatte gedreht werden kann. An diesem Stativ läßt sich ein schwerer eiserner, die Doppelkammer tragender Schlitten mittels Schraubenspindel auf- und abbewegen. Dieser vertikale Schlitten trägt die Kamera nicht direkt sondern unter Vermittlung eines Doppelbogenschlittens. Der äußere Bogenschlitten gestattet eine Neigung der optischen Achsen in einer vertikalen Ebene, der innere Bogenschlitten eine Drehung der Kameras um die zu den optischen Achsen parallele Mittellinie. Die Kameras sind also allseitig verstellbar. Durch Kombination der verschiedenen Bewegungsmöglichkeiten läßt sich z. B. eine Aufnahme als vom schaukelnden Schiff oder vom schwankenden Luftballon aus gewonnen vortäuschen.

Handkamera. In manchen Fällen ergibt sich das Bedürfnis, kinematographische Aufnahmen auch ohne Stativ machen zu können. Es ist nun unmöglich, die Kamera frei zu halten und gleichzeitig das Werk zu drehen. In diesem Fall ist deshalb ein mechanischer Antrieb des Werkes unerlässlich, der bei den kleinen Stativapparaten entbehrlich ist. Bei der von C. v. Proszynski angegebenen Kamera wird ein Antrieb mittels Druckluft benutzt. Die Kamera ist durch eine Längswand in zwei Teile zerlegt, deren einer das Schaltwerk nebst den Filmrollen und deren anderer den Behälter für die Druckluft nebst einem Reduzierventil enthält. Die Verschlussscheibe trägt einen schweren Ring, der durch seine Masse als Gyrostat zum Stabilisieren der Kamera dienen soll¹⁾. Bei der von Moy & Bastie konstruierten Handkamera ist der Antrieb elektrisch; die Stromquelle ist ein von der Kamera getrennter, am Operateur angebrachter Akkumulator. Auch hier wird ein Gyrostat benutzt, der aber vom Schaltwerk unabhängig ist. Man ist somit in der Lage, zunächst den Gyrostat anlaufen zu lassen, und erst, wenn dieser die Tourenzahl erreicht hat, die eine ausreichende Kreiselwirkung gewährleistet, den Motor für das Filmschaltwerk einzuschalten. Der Gyrostat ist in einer besonderen, durch eine Querwand an der Vorderseite der Kamera gebildeten Kammer untergebracht. Der Motor für das Filmwerk und die Schalter und Widerstände liegen in einem durch eine Längswand gegen den Aufnahme- raum abgeschlossenen Seitenraum. Die Handgriffe sind vorn an den beiden Seitenwänden angebracht, so daß sie in der Ebene des Gyrostaten liegen²⁾.

Trickbilder. Vieles, was dem Theater bei der direkten Darstellung unmöglich ist, bietet für die kinematographische Aufnahme keine unüberwindlichen Schwierigkeiten. Diese Dinge können aber, da sie an sich zu sehr auf das Gebiet der Regiekunst übergreifen, hier nur gestreift werden. Der Kino führt uns häufig Bilder vor, die beim ersten Blick unser Erstaunen wachrufen. So klettert z. B. ein Einbrecher an einer senkrechten Mauer mit der Fertigkeit einer Pliege hinauf und hinab; bei der Aufnahme war der Apparat senkrecht von oben auf eine auf dem Boden ausgebreitete Mauerkulissee gerichtet, über die der Schauspieler auf allen vieren wandert oder auf der er am Orte die Kletterbewegungen machte, während die Kulisse unter ihm vorbeigerollt wurde. Nimmt man eine Bewegung mit umgekehrt laufendem Apparat auf, so wird die Vorführung mit richtig laufendem Apparat

die Bewegung rückläufig zeigen. So entstehen denn die Bilder, auf denen ein Mensch, um seinen Zorn zu kühlen, eine Figur zerschmettert; dann kehren die Trümmer plötzlich wieder in seine Hand zurück und er setzt die Figur zum Schluß auf ihr Postament. Die Szene des Zerstörens wurde gleichzeitig mit zwei nebeneinanderstehenden Apparaten aufgenommen, von denen der eine rückwärts lief, und die Positive wurden dann passend aneinandergesetzt. Bei den Bildern, welche den Übergang zweier Szenen ineinander darstellen, wird die eine Aufnahme mit allmählich sich schließender Blende gemacht, so daß die Bildeindrücke immer schwächer werden, dann wird der Apparat mit geschlossenem Objektiv zurückgedreht bis zu der Stelle, bei der das Verschließen der Blende begann, und nun die zweite Szene mit allmählich sich öffnender Blende aufgenommen. Man kann dies Kombinieren übrigens statt bei der Aufnahme auch beim Kopieren in gleicher Weise erreichen. Bei Geistererscheinungen wird bei der einen Aufnahme an der Stelle, an der späterhin die Erscheinung auftreten soll, durch einen dunklen Hintergrund zunächst ein Stück ausgepart; bei der zweiten Aufnahme wird umgekehrt alles andere durch einen dunklen Hintergrund unverändert gelassen und nur an der noch unbelichteten Stelle ein Gegenstand, z. B. in gegen die erste Aufnahme stark veränderten Dimensionen photographiert, also etwa der beleuchtete Kopf eines im übrigen in schwarze Gewänder gekleideten Menschen aus nächster Nähe und mithin stark vergrößert, während die zuvor gemachte Aufnahme bei größerem Abstand des Apparates gewonnen war. Viele Trickbilder sind mühsam zusammengestellt aus einer großen Reihe von Einzelbildern. So das Zusammensetzen einer Rose aus einem Haufen wirr über den Tisch gestreuter Blätter. Man macht mit rückwärtslaufendem Apparat von einer Rose einige Bilder, verschließt den Apparat, löst ein Blatt aus ihr, befestigt es an einem gegen den Hintergrund sich nicht abhebenden Draht, hebt es mit diesem aus der Rose heraus und legt es auf den Tisch oder läßt es auf diesen fallen, während man wieder einige Bilder macht usw., bis der kahle Stiel zurückbleibt. Durch Zusammenstellen können aber auch Films beherrschenden Inhaltes gewonnen werden; so können z. B. die Bewegungen der einzelnen Truppenkörper während einer Schlacht kinematographisch dargestellt werden; man verschiebt auf einer Karte des Schlachtfeldes die Truppenkörper vorstellenden Figuren schrittweise und nimmt nach jedem Schritt von oben her einige Bilder auf.

Zerrbilder. Eine besondere Art der Trickbilder sind die Zerrbilder, wie sie durch Einschaltung von Linsen entstehen, deren Krümmung von der gebräuchlichen Kugelkrümmung abweicht. Auch Zerrspiegel können benutzt werden¹⁾. Man kann übrigens solche Linsen benutzen, ohne in dem Projektionsbilde Verzerrungen zu erzeugen, wenn man z. B. bei der Aufnahme Linsen benutzt, deren Flächen aus sphärischen und zylindrischen Flächen kombiniert sind (Anamorphoten) und bei der Projektion späterhin durch gleichartige, aber entgegengesetzt eingeschaltete Linsen die Verzerrungen wieder aufhebt. Es ist dies von E. Zollinger²⁾ vorgeschlagen worden, um die Bilder auf dem Film in der einen Richtung zu verkleinern und so an

¹⁾ D. R. P. 227.224.

²⁾ Brit. Pat. 23.505 v. J. 1911.

¹⁾ Franz. Pat. 434.224 von Th. M. Munier; siehe auch Amerik. Pat. 938.729 von Voege.

²⁾ D. R. P. 232.848.

Filmmaterial zu sparen, oder es besser auszunutzen, ohne an den übrigen Abmessungen des Apparates etwas abzuändern.

Rundbilder. Schon frühzeitig setzten die Versuche ein, die seitlich begrenzten Kinobilder zu panoramaartigen Rundbildern auszugestalten. Man ordnet eine Reihe von Aufnahmeapparaten so um einen Punkt herum an, daß die Bildfelder der einzelnen Apparate sich berühren und alle zusammen den vollen Kreis umfassen. Projiziert man dann alle Bilder in entsprechender Weise mit ebensovielen auf einem Podium angeordneten synchron laufenden Apparaten auf eine kreiszylindrische Projektionswand, so entsteht ein bewegtes Panoramabild¹⁾. Th. W. Barber schlägt z. B. vor, Films mit drei Bildreihen zu benutzen und die beiden den Seitenreihen zugeordneten Objektive schräg nach außen zu richten, so daß deren Projektionsfelder an das Feld des mittleren Objektives rechts und links anschließen. Zwischen den Seitenreihen und ihren Objektiven sind achromatische Prismen eingeschaltet, welche die Strahlen entsprechend ablenken. Um die Illusion zu erhöhen, sitzen die Zuschauer in kleinen, den Eisenbahnwagen nachgebildeten Fahrzeugen, die eine dem rollenden Bahnzug nachgeahmte Schaukelbewegung ausführen. Als zeitgemäße Abänderung sei die Aufnahme von einem Luftballon oder Luftschiff aus erwähnt. Die Aufnahme erfolgt hierbei schräg nach außen und unten hin, die Vorführung entsprechend. Der Zuschauerraum wird passend als Gondel eines Luftschiffes ausgebildet²⁾.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit dieser Anordnung hat die Projektions-einrichtung, welche W. H. Percy angegeben hat³⁾. Hier soll ein gewöhnliches Bildband nacheinander durch mehrere, etwa vier nebeneinander stehende Kinematographen hindurchgeführt werden. Die Apparate sind in der Mitte des viereckigen Zuschauerraumes sternförmig nach außen gerichtet aufgestellt und miteinander auf Gleichlauf gekuppelt. Auf jeder der Seitenwände des Raumes ist eine Projektionswand, auf der die Bilder in auffallendem Licht erscheinen. Durch diagonale Zwischenwände ist der ganze Raum in vier Einzelräume geteilt, so daß die Aufmerksamkeit der Zuschauer eines jeden Einzelraumes nicht durch die in den übrigen Räumen vorgeführten Bilder, die eine andere Phase desselben Vorganges darstellen, beeinträchtigt wird. Das Band kann ohne Schränkung durch alle Apparate geführt werden, wenn diese mit in der Wagerechten schaltenden Fördervorrichtungen versehen sind. Will man die gebräuchlichen Werke beibehalten, so muß das Band von dem einen zum anderen in einer Schlinge von unten nach oben geführt werden. Diese Anordnung gestattet zur Vorführung auch ausgedehnte Räume von quadratischem Grundriß zu benutzen, ohne deshalb den Abstand zwischen Apparat und Bildschirm, oder zwischen den am entferntesten sitzenden Zuschauern und dem Schirm zu sehr zu steigern.

Kinematographische Panoramakamera. Neuerdings hat man von zwei Seiten den Vorschlag gemacht, den Kinematographen als Panoramakamera auszubilden. Bei diesen Kameras handelt es sich darum, das Gesichtsfeld des Objektives gleichsam künstlich zu vergrößern, und zwar dadurch,

¹⁾ Brit. Pat. 13.036 vom J. 1898 und 1382 vom J. 1899 von R. G. Sanson; Franz. Pat. 385.423 der Soc. des Phonographes et Cinématographes „Lux“.

²⁾ Brit. Pat. 23.396 vom J. 1907.

³⁾ Brit. Pat. 12.599 vom J. 1910.

daß das Objektiv geschwungen wird. Abb. 144 zeigt schematisch einen Typ der Panoramakameras. Die Linse A kann um eine durch ihre Mitte gehende senkrechte Achse schwingen, so daß sie die beiden gezeichneten Stellungen in ihren Endlagen einnimmt. Dann werden die Punkte 1 und 2, die gleichweit von der Drehachse entfernt liegen, in den Punkten 1' und 2' abgebildet. Das Rohr B, dessen Länge gleich der Brennweite der Linse ist, hat an seinem freien Ende einen engen Spalt S. Schwingt die Linse nun innerhalb der gezeichneten Stellungen, so werden alle auf der Kurve 1 . . . 2 liegenden Punkte auf der Kurve 1' . . . 2' abgebildet und entsprechend ein weit entfernt liegendes Gebilde auf einer gemäß der Kurve 1' . . . 2' gekrümmten Bildfläche. Nach diesem Prinzip ist ein von F. Alberini angegebener Panoramakinematograph eingerichtet. Er soll nicht vollkommene Rundsichten liefern, sondern nur den Bildwinkel des Kinematographen bis auf etwa 100 bis 110° erweitern. Das nichtgezeichnete Bildband, das etwa dreimal so breit als gewöhnlich ist, wird (Abb. 145) durch Greifer 3₂ mittels des Gestänges 12 von oben nach unten hin absatzweise an dem Bildfenster in dem zylindrisch gekrümmten Blech 2 vorbeigeführt. Es würde durch einen Rahmen angepreßt das Bildfenster in der gezeichneten Stellung des Apparates bedecken, dem Beschauer also hier seine konvexe Seite zukehren. Das an dem dem Beschauer abgekehrten Ende der Röhre 25 sitzende Objektiv 24 ist um eine senkrechte Achse 23 drehbar. Der Krümmungsradius des Zylinderbleches 2 ist gleich der Brennweite des Objektives. Da die Drehachse durch die Mitte des Objektives hindurchgeht, bildet dieses unendlich weit entfernte Gegenstände auf dem Film ab. An dem dem Beschauer und somit auch der lichtempfindlichen Seite des Films zugekehrten Ende der Röhre 25 sitzt der Schlitz 26. Es kommt somit bei jeder Stellung der Röhre nur ein schmaler Streifen des Horizontes auf dem Film zur Abbildung, aber während einer Drehung des Objektives von einem zum andern Ende des Bildfensters der Sektor des Horizontes innerhalb der durch die Schwingungsbreite des Objektives bedingten Ausdehnung. Hat das Objektiv eine Schwingung ausgeführt, so steht es still, während der Film um eine Bildfensterhöhe weiterschaltet wird, dann schwingt es zurück usw.¹⁾. Die Vorführung kann durch einen der gebräuchlichen Apparate von entsprechenden Dimensionen des Gesichtsfeldes auf einem ebenen Bildschirm erfolgen.

H. Goetz schlägt den zweiten Typ der Panoramakameras zur An-

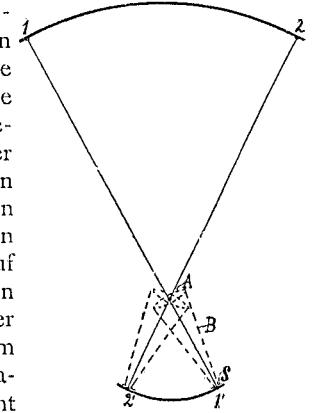


Abb. 144.

Das nichtgezeichnete Bildband, das etwa dreimal so breit als gewöhnlich ist, wird (Abb. 145) durch Greifer 3₂ mittels des Gestänges 12 von oben nach unten hin absatzweise an dem Bildfenster in dem zylindrisch gekrümmten Blech 2 vorbeigeführt. Es würde durch einen Rahmen angepreßt das Bildfenster in der gezeichneten Stellung des Apparates bedecken, dem Beschauer also hier seine konvexe Seite zukehren. Das an dem dem Beschauer abgekehrten Ende der Röhre 25 sitzende Objektiv 24 ist um eine senkrechte Achse 23 drehbar. Der Krümmungsradius des Zylinderbleches 2 ist gleich der Brennweite des Objektives. Da die Drehachse durch die Mitte des Objektives hindurchgeht, bildet dieses unendlich weit entfernte Gegenstände auf dem Film ab. An dem dem Beschauer und somit auch der lichtempfindlichen Seite des Films zugekehrten Ende der Röhre 25 sitzt der Schlitz 26. Es kommt somit bei jeder Stellung der Röhre nur ein schmaler Streifen des Horizontes auf dem Film zur Abbildung, aber während einer Drehung des Objektives von einem zum andern Ende des Bildfensters der Sektor des Horizontes innerhalb der durch die Schwingungsbreite des Objektives bedingten Ausdehnung. Hat das Objektiv eine Schwingung ausgeführt, so steht es still, während der Film um eine Bildfensterhöhe weiterschaltet wird, dann schwingt es zurück usw.¹⁾. Die Vorführung kann durch einen der gebräuchlichen Apparate von entsprechenden Dimensionen des Gesichtsfeldes auf einem ebenen Bildschirm erfolgen.

H. Goetz schlägt den zweiten Typ der Panoramakameras zur An-

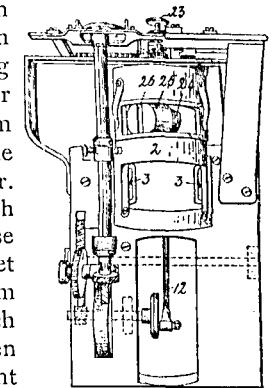


Abb. 145.

¹⁾ D. R. P. 245.204.

wendung vor, nämlich jenen, bei dem die ganze Kamera rotiert und das Bildband in ihr sich abrollt, und zwar sollen vollkommene Rundblickkine-

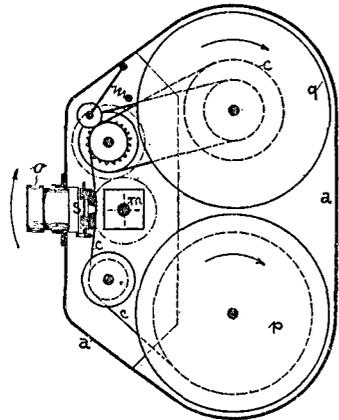


Abb. 146.

matographien geschaffen werden. Abb. 146 zeigt eine solche Kamera schematisch von oben. Das Band *c* läuft stetig von der Rolle *p* auf die Rolle *q* ab; von dem durch das Objektiv *o* eintretenden Strahlenbündel läßt der Spalt *s* nur einen schmalen Streifen auf das Band fallen. Die ganze Kamera *a* dreht sich um die senkrechte Achse *m* in der Pfeilrichtung, und zwar muß die Winkelgeschwindigkeit der Kameradrehung und die Längengeschwindigkeit des Filmablaufes so gegeneinander abgestimmt sein, daß während einer vollen Umdrehung der Kamera ein Band von der Länge abgerollt ist, welche bei der Brennweite des benutzten Objektivs einer ganzen Rundaufnahme entspricht. Bildet das Objektiv einen Sektor vom Öffnungswinkel φ auf einem Streifen von *F* cm Breite ab, so muß der Film jedesmal um $L = \frac{F \cdot 360^\circ}{\varphi}$ cm abgerollt werden. Man könnte dieses Bildband nun in der

Weise vorführen, daß man an einem Bildfenster von der Länge *L* und der Höhe der Filmbreite den Film sprungweise in wagerechter Richtung vorbeibewegt. Es ergäben sich dann Bilder, welche das ganze Panorama auf eine Ebene abgewickelt darstellen. Man könnte übrigens, um die beträchtliche Größe *L* der Fortschaltung zu vermeiden, beim Kopieren das Negativband und das Positivband kreuzen und letzterem die Breite *L* geben. Man käme so auch wiederum auf die gebräuchliche Fortschaltung des Bildbandes von oben nach unten wenigstens für den Vorführungsapparat. Goetz hat nun aber vorgeschlagen, zur Vorführung einen dem Aufnahmeapparat analog gebauten Apparat zu benutzen. Das Licht soll durch die hohle Achse *m* von unten eingeleitet werden, und zwar durch ein an das obere Ende dieser Achse gelegtes, total reflektierendes Prisma dem Bildfenster bei dem Spalt *s* zugeführt werden. Die Projektion soll auf eine zur Achse *m* konachsiale zylindrische Wand erfolgen. Der Apparat müßte nun aber so rasch kreisen, daß durch die Nachbilder der ganze Schirm dauernd mit Bildern bedeckt erschiene. Wenn dies auch ausführbar sein sollte, so ist es doch fraglich, ob die Flimmerwirkung nicht ins Unerträgliche wachsen würde. Denn jeder einzelne, der Breite des Spaltes *s* entsprechende Streifen der Projektionswand wäre im Verhältnis zu der Zeit eines vollen Umlaufes des Apparates nur sehr kurz beleuchtet. Es resultierte hieraus aber ein Verhältnis zwischen Helligkeit und Dunkelpause auf dem Bildschirm, das nach den an früherer Stelle gegebenen Ausführungen über das Entstehen des Flimmerns das Auftreten dieser störenden Erscheinung außerordentlich begünstigt. Hieran dürfte wohl die praktische Ausführung dieses an sich sehr interessanten Vorschlages dauernd scheitern¹⁾.

¹⁾ D. R. P. 240.020.

XX. Einrichtungen zum Entwickeln und Kopieren der Films.

Durch ihre große Länge erfordern die Bildbänder besondere Einrichtungen, um sie in den Bädern entwickeln und fixieren zu können. Wenn man auch Maschinen gebaut hat, durch welche die Bänder mehr oder weniger automatisch nach Art der sogenannten Kilometerphotographie hindurchgeführt und dabei den einzelnen chemischen Prozessen unterworfen werden, so herrscht doch der Handbetrieb immer noch vor, wengleich er von Vorrichtungen Gebrauch macht, welche ein fabrikmäßiges Arbeiten, wie es der Großbetrieb erheischt, gestattet.

Die Rahmen und Tröge. Die Bänder werden meistens lose über Holzrahmen gewickelt. Es ist vorteilhaft, den oberen Balken des Holzrahmens in Abständen, welche der Breite des Bildbandes entsprechen, mit Holz- oder Messingstiften zu versehen, welche den einzelnen Windungen Führung geben und dadurch verhüten, daß diese übereinander gleiten, andererseits aber erlauben, die Breite des Rahmens möglichst auszunutzen. Um dem beim Trocknen eintretenden Schrumpfen des Zelluloides Rechnung zu tragen, wird der untere Querbalken des Rahmens in den beiden Längsbalken nicht starr befestigt, sondern in Schlitze dieser eingefügt, in denen er sich um etwa $\frac{1}{100}$ der Länge der Längsbalken verschieben kann. Beim Aufwinden der Films auf den Rahmen wird der Querbalken durch eingeschobene Pflöcke in die Lage gebracht, in der er seinen größeren Abstand von der Gegenseite hat. Nach dem letzten Waschen, wenn das Trocknen beginnt, entfernt man die Pflöcke, so daß der Balken beim Auftreten der Schrumpfung nachgeben kann. Die Elberfelder Farbwerke haben einen Trockenrahmen angegeben, bei dem die Querbalken nach außen hin eine Polsterung nach Art der Fahrradpneumatiks haben. Im Anfang werden diese Reifen aufgeblasen. Beim Trocknen der Films geben die Reifen an sich schon nach, man kann aber auch durch Entweichenlassen der Luft nachhelfen. Da die von den Elberfelder Farbwerken jetzt in den Handel gebrachten Azetylzellulosefilms durch Wasseraufnahme sich stark ausdehnen, so dürfte diese Einrichtung für solche Films vorteilhaft sein, und zwar besonders deshalb, weil man in der Lage ist, bei der Wasseraufnahme und dem dadurch bedingten Verlängern den Druck in den Pneumatiks zu steigern und dadurch die Films dauernd gespannt zu halten¹⁾.

¹⁾ Amerik. Pat. 1,031,467.

Man stellt die Rahmen aus Holz oder auch aus Aluminium in verschiedenen Größen her bis zu solchen, welche 50 bis 60 m Band aufnehmen können. Zur Aufnahme der Bäder beim Entwickeln, Fixieren und Wässern der Bänder bedient man sich seltener flacher Schalen, sondern meist hoher schmaler Tröge, in welche die Rahmen aufrecht eingestellt werden können. Wird das Entwickeln im großen betrieben, so sind die für das Fixieren und Waschen bestimmten Tröge so breit, daß sie mehrere Rahmen nebeneinander aufnehmen können. An den Querwänden der Tröge sind Führungen angebracht, welche verhindern, daß die einzelnen Rahmen einander berühren. Zum Entwickeln der Negative pflegt man zur Erleichterung der Kontrolle nur Tröge für einen Rahmen zu benutzen, zum Entwickeln der Positive solche für zwei Rahmen. Um das Band auf den Rahmen zu winden, hat dieser an seinen beiden Längsbalken in der Mitte Zapfenlöcher; er wird in einen Bock eingesetzt und durch Löcher in diesem werden alsdann in die Löcher der Längsbalken Zapfen eingeschoben, so daß der Rahmen um diese als horizontale Achsen leicht gedreht werden kann.

Im Kleinbetrieb hat man auch noch eine andere Rahmenart. Bei dieser sind die Rahmenecken durch Diagonalstreben verbunden. In diese sind senkrecht zur Rahmenebene Stifte eingefügt; um diese kann dann das Band in Form einer viereckigen Spirale von innen nach außen gewickelt werden. Statt der Tröge werden für diese sogenannten Horizontalrahmen große viereckige Schalen benutzt. Besonders früher hatte man vielfach aus Holzstäbchen zusammengesetzte Trommeln von polygonalem Querschnitt, auf die das Band in einer Schraubenlinie aufgewickelt wurde. Die Trommeln sind um ihre horizontal gelegte Achse drehbar. Sie werden auf einem Bock über einem langen flachen Trog so aufgestellt, daß sie mit dem unteren Teil ihres Mantels in diesen mit den Bädern beschickten Trog eintauchen. Das Entwickeln, Fixieren und Waschen geschieht dann während die Trommel ständig gedreht wird und so das Band abwechselnd durch die Flüssigkeit hindurchgeführt und aus dieser wieder herausgehoben wird. Bringt man an der einen Stirnfläche der Trommel ein Schaufelrad an, so kann man wenigstens beim Waschen das Drehen automatisch durch den Strahl des zufließenden Wassers besorgen lassen.

Will man die im Großbetrieb sehr beträchtlichen Mengen des zum Waschen erforderlichen Wassers wirtschaftlich ausnutzen, d. h. das fast reine letzte Waschwasser zum Wässern von noch nicht ganz reinen Bändern verwenden, so kann man die Waschtröge treppenartig aufstellen, so daß das Wasser durch sein eigenes Gefälle mittels Überlaufrohren alle Tröge der Reihe nach durchfließt, und die Rahmen dem Wasserstrom entgegen durch die Tröge wandern lassen. Diese Anordnung erfordert viel Handarbeit beim Verschieben der Rahmen. Man kann aber auch die Rahmen dauernd in einem Trog lassen und diesem durch Pumpen zunächst schon benutztes und dann frisches Wasser zuleiten. Doch sind hierzu wieder komplizierte maschinelle Einrichtungen erforderlich.

Das Trocknen erfolgt in staubfreien Räumen meistens ohne Anwendung besonderer Maßnahmen, je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre in diesen Räumen in sechs bis zehn Stunden. Soll — was bei besonders aktuellen Filmen nötig ist, — das Trocknen beschleunigt

werden, so wird es in Räumen mit durch Ventilatoren erzeugtem starken Luftzug bei etwas erhöhter Temperatur vorgenommen. Im Einzelfall kann man sich auch der oben für das Aufwinden der Filme auf die Rahmen beschriebenen Böcke bedienen, auf denen man die Rahmen unter dem Antrieb eines Motors rasch um ihre wagerechte Mittelachse sich drehen läßt. Eine Anordnung, welche das Kopieren noch nasser Negative durch Projektion gestattet, hat St. Kucharski angegeben¹⁾.

Maschinelle Entwicklung. Wenngleich dem Entwickeln von Hand unter steter Aufsicht des Photographen der Vorzug gebührt, weil es gestattet, jedes einzelne Filmstück von etwa 50 m Länge als besonderes Individuum zu behandeln und unvermeidliche Ungleichheiten auszugleichen, so taucht immer wieder der Vorschlag auf, zur Ersparung von Arbeitskraft sich der Maschine zu bedienen. Wir dürfen deshalb wenigstens kurz auf das Konstruktionsprinzip der Entwicklungsmaschine eingehen. Sie umfaßt eine größere Anzahl von tiefen Trögen mit wagerecht angeordneten, parallelen Führungswalzen, und zwar sind diese über jedem Trog und unten in jedem Trog in der Weise angeordnet, daß unten eine Walze weniger ist als oben. Sind also z. B. in dem Trog wenig über dessen Boden zwei Walzen, so über diesem drei Walzen. Der Film wird von der ersten Walze oben zur ersten unten, dann hinauf zur zweiten Walze oben und hinab zur zweiten Walze unten und wiederum hinauf zur dritten Walze oben geführt. Er geht hierauf zur ersten oberen Walze des Nachbartroges, wo sich das Spiel wiederholt. In langsamem Fortschreiten durchläuft der Film so zunächst das Entwicklungsbad, hierauf ein Wasserbad, um den Entwickler abzuspülen und gelangt alsdann in das Fixierbad. Es folgt dann eine Reihe von treppenartig immer höher gestellten Wässerungströgen, die das Wasser entgegen der Fortbewegung des Bandes durchläuft. Der Film kommt so zunächst mit bereits benutztem Wasser in Berührung, bis er im letzten Trog das frisch zulaufende reine Wasser antrifft. Es läßt sich so für das Spülwasser eine sehr erwünschte Ökonomie erzielen. Zum Schlusse wird der Film durch eine dünne Glycerinlösung hindurchgeführt und gelangt nun in einen Trockenraum, in dem er in vielen wagerechten Windungen hin- und hergeführt wird und unter dem Einfluß eines Stromes trockener, mäßig erwärmter Luft seine Feuchtigkeit abgibt. Die Führungswalzen haben zum Teil Stiftkränze, welche in die Lochreihen des Films eingreifen; diese Stifwalzen sind miteinander gekuppelt und bewirken unter dem Antrieb eines Motors das Hindurchgehen des Bandes durch die Bäder, ohne daß auf das Band ein unerlaubt starker Zug ausgeübt wird. Man kann die Walzen so breit machen, daß mehrere Bänder nebeneinander gleichzeitig die Bäder passieren können²⁾.

Kopierapparate. Die zur Vorführung kinematographischer Bilder notwendigen Positive werden meistens durch Kopieren nach dem Kontaktverfahren hergestellt. Das Negativband wird gleichzeitig mit einem noch unbelichteten Band durch ein absatzweise förderndes Schaltwerk an einem Rahmen vorbeibewegt, hinter dem im Augenblick des Stillstandes beider Bänder

¹⁾ D. R. P. 243.276.

²⁾ Löbl, La technique Cinématographique, Seite 263 ff.

eine Lichtquelle das Positivband durch das Negativband hindurch beleuchtet. Es läßt sich jede hinreichend konstante Lichtquelle hierzu benutzen. Völlige Konstanz der Lampe ist hier die erste Voraussetzung, denn nur sie gestattet einen dauernden Betrieb ohne störende Fehlbelichtungen. In Betracht kommen für die Praxis nur elektrische Glühlampen von einer solchen Lichtstärke, daß das Kopieren eines Bildes in einer Viertel- bis einer halben Sekunde erfolgen kann. Wesentlich stärkere Lichtquellen wie Bogenlampen irgendwelcher Art haben den Nachteil, daß sie eine sehr kurze Belichtungsdauer ergeben; wenngleich hierdurch an Zeit gewonnen würde, so wäre einmal das Regeln

der Zeit schwieriger, außerdem sind Bogenlampen weniger konstant und ferner würde die kurze Belichtungsdauer, um voll zur Geltung zu kommen, auch ein sehr rasches Abnutzen der Bänder bedingen, was man im Interesse der wertvollen Negative lieber vermeidet.

An den Aufnahmeapparaten, welche nicht für das gewerbsmäßige Arbeiten im Großbetrieb gebaut sind, sondern entweder dem Amateur dienen oder für jene Kinoteaterbesitzer bestimmt sind, die gelegentlich einen besonders aktuellen Vorgang aufnehmen und alsbald in ihrem Theater vorführen wollen, findet sich eine Einrichtung, die auch das Kopieren gestattet. Es ist zu diesem Zwecke nur notwendig, daß eine Rolle für den Negativfilm angefügt werden kann und daß die Filmführung das Einfädeln zweier Bänder erlaubt. Der Negativfilm fällt, nachdem er das Werk durchlaufen hat, unten frei in einen untergestellten Korb heraus. Als Lichtquelle kann im Notfall Tageslicht in mäßiger Stärke dienen. Vorzuziehen ist aber auch hier die Verwendung einer künstlichen Lichtquelle, z. B. einer im Dunkelzimmer gegenüber der Objektivöffnung der Kamera — von der natürlich das Objektiv zuvor entfernt ist — aufgestellten Glühlampe. Für den Groß-

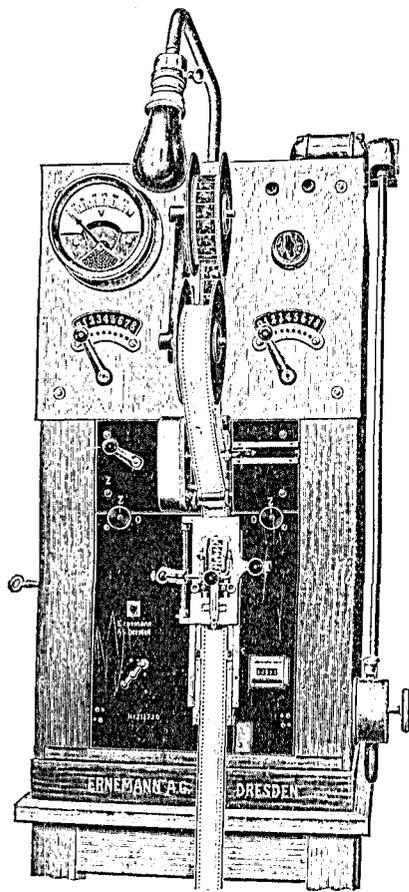


Abb. 147.

betrieb bedient man sich besonderer Kopierapparate, welche in ihrer Einrichtung den Aufnahmeapparaten ähneln. Zur absatzweisen Bandförderung wird hier jetzt nur noch der Greifer benutzt, da dieser sicherer als jeder andere Mechanismus zwei übereinandergelegte Bänder stets um gleiche Längen fortzuschalten gestattet.

Neuerdings hat Ernemann eine Kopiermaschine auf den Markt gebracht, welche Abb. 147 in Ansicht zeigt. Das Werk ruht auf einem schweren Eichentisch, zwischen dessen Beine der Filmtransportkasten, in den die beiden Bänder hineinfallen, eingeschoben werden kann; dieser Kasten hat zwei Abteilungen: die hintere für den Negativfilm, die vordere, die mit einem Deckel lichtdicht verschlossen werden kann, für das kopierte Positivband. Es ist so möglich, den Kasten durch einen hellen Raum hindurch nach dem Entwicklungsraum zu bringen, ohne den Positivfilm zu gefährden. Der Antrieb erfolgt durch einen oben auf dem Werk gelagerten Elektromotor, die Belichtung durch eine im Werk angebrachte Metallfadenlampe, der Stromverbrauch erreicht nicht ganz 1 Ampère. Das ganze Schaltwerk ist auf einer schweren Gußeisenplatte gelagert; es ist mit dem Motor durch ein eingekapseltes Schneckengetriebe gekuppelt, und zwar kann das Werk durch Einrücken eines Lagerschaftes mit dem Motor verbunden werden, so daß es stillgesetzt werden kann, ohne daß der Motor angehalten wird. Der Motor kann mit acht Geschwindigkeiten laufen und die Beleuchtungslampe mit ebensoviel verschiedenen Stromstärken brennen. Ist der Negativfilm abgelaufen, so wird das Werk abgekuppelt, so daß das Positivband nicht unnötigerweise verbraucht wird. Das Bildfenster ist nach außen hin durch ein Rubinglas abgedeckt, man kann somit das Bildfeld während des Arbeitens der Maschine von außen besichtigen. Um bei sehr dünnen Negativen gut durchgearbeitete Positive mit weichen Halbönen zu erhalten, kann zwischen die Lichtquelle und das Bildfenster ein Grünfilter oder ein Gelbfilter gebracht werden. Während der Belichtung werden die beiden Films durch eine Glasplatte aufeinandergedreht, so daß der innige Kontakt eine scharfe Abbildung gewährleistet.

XXI. Die Verbindung des Kinematographen mit Tonapparaten.

Wenn der Kinematograph auch seinem ganzen Wesen nach berufen ist, ausschließlich auf dem Umwege über das Auge auf den Menschen zu wirken, so hat es doch nicht an Versuchen gefehlt, seinen Darbietungen dadurch noch mehr Einfluß zu verleihen, daß man ihm Toninstrumente im weitesten Sinne des Wortes angliederte. Vielleicht mit Unrecht. Denn manchem will es dünken, daß gerade darin die Gewalt begründet ist, die der Kinematograph auf den Menschen ausübt, daß er ihn zwingt, die ganze Aufmerksamkeit auf die Eindrücke zu verwenden, die ein Sinn, das Auge, empfängt. Man sollte sich deshalb billigerweise darauf beschränken und die dem Kinematographen eigentümliche Wirkung nicht dadurch schmälern, daß man die Aufmerksamkeit teilt, somit von der Hauptsache ablenkt. Ist die Gewalt des Kinobildes doch so stark, daß bei besonders sensitiven Zuschauern zufällige Reizungen anderer Sinne so beeinflusst werden, daß man Eindrücke umwandelt, um sie in Einklang mit dem Gesehenen zu bringen. So sollen unter Umständen Geräusche und Gerüche, die ihrer spezifischen Wirkung nach nicht zu dem Gesehenen passen, als solche empfunden werden, die dem Gesehenen adäquat sind¹⁾.

Allerdings soll nicht bestritten werden, daß bei gut aufgebauten dramatischen Szenen der Zuschauer fast erwartet, beim Höhepunkt der Spannung auch die Geräusche zu vernehmen, welche der Handlung entsprechen. So mag es z. B. angebracht sein, daß, wenn eine Truppe über das Feld galoppiert, der Hufschlag der Rosse hörbar wird, daß, wenn die Reiter abspringen und sich zum Feuergefecht entwickeln, auch das Knattern der Karabiner nicht fehlt. Ob aber den Versuchen, das Kinobild dauernd mit Tondarbietungen zu begleiten, ein besonderer Erfolg beschert sein wird, mag bezweifelt werden.

Daß man dem Bild den Vortrag eines Rezitators, eines Sängers, das Spiel eines Orchesters angliedern kann, ist ohne weiteres einleuchtend, ob man es tun wird, ist in erster Linie eine wirtschaftliche Frage und erst an zweiter Stelle wird die Frage praktisch werden, ob eine solche Veranstaltung künstlerisch befriedigt²⁾. Meistens aber wird man zu den mechanisch betriebe-

nen Toninstrumenten, zum mechanischen Klavier oder zu einem ähnlichen Apparat, zum Grammophon oder zum Phonographen greifen. In diesem Falle handelt es sich darum, die beiden Werke in einen solchen Zusammenhang zu bringen, daß Auge und Ohr die einander zugeordneten Reize gleichzeitig empfängt. Denn nichts wäre z. B. störender, als wenn die Mundbewegungen eines Sängers, der einen Ton anhaltend hinausschmettert, früher endeten, als der Ton verhallt.

Kinematograph und Phonograph unmittelbar beieinander. Verhältnismäßig einfach wäre die Lösung der hier sich bietenden Schwierigkeiten, wenn man den Kinematographen und den Phonographen nahe beieinander aufstellen und beide an eine Kraftquelle unmittelbar anschließen könnte. Es ist dies aber meistens deshalb nicht angängig, weil der Kinematograph im Rücken der Zuschauer aufgestellt zu werden pflegt, während die Schallquelle von dem Schirm her zu dem Zuschauer sprechen muß. Die Töne durch Schalleitungen von dem gleichfalls im Rücken der Zuschauer neben dem Projektionsapparat aufgestellten Phonographen nach dem Schirm zu führen und dort erst wirksam werden zu lassen, ist nur ein Notbehelf¹⁾. Aber auch hier werden Störungen eintreten, wenn nämlich eine Phasenverschiebung zwischen Bild und Ton sprungweise eintritt. Es sind solche aber sehr leicht möglich. So kann z. B. die Nadel des Phonographen auf der Platte plötzlich aus ihrer Furche ausspringen und in die vorhergehende oder folgende Nachbarfurche überspringen, wodurch der Ton sprungweise voreilt oder zurückbleibt, ohne daß der Gang des Werkes gestört wird. Bei dem Kinematographen können solche Phasenverschiebungen dadurch zustande kommen, daß man gezwungen ist, bei einem wiederholt gespielten Bande ein in der Perforation schadhaft gewordenes oder zerrissenes Stück auszuschneiden und die Enden wieder zusammenzuflicken. Man sieht, daß also auch in diesem einfachsten Fall der volle Parallelismus zwischen Ton und Bild verloren gehen kann. Ist aber bei dauernd zwangsläufiger Kupplung zwischen beiden Apparaten einmal eine Phasenverschiebung des einen gegen den andern aus irgend einer Ursache eingetreten, dann kann sie bei Aufrechterhalten des Synchronismus überhaupt nicht mehr ausgeglichen werden. Es ist hierzu vielmehr notwendig, daß durch Voreilen oder Zurückbleiben des einen Werkes die Verschiebung wieder ausgeglichen wird. Man wird deshalb den Umstand, daß der Bildapparat und der Tonapparat räumlich getrennt aufgestellt werden müssen, nicht allzu schwer empfinden, weil hierdurch dem Konstrukteur nur eine Möglichkeit genommen wird, die doch keine befriedigende Lösung der gestellten Aufgabe gestattet.

Getrennte Aufstellung beider Apparate. Wenn die beiden Apparate getrennten Antrieb haben, ist es zunächst erforderlich, daß die an-

¹⁾ D. R. P. 185.532 von Pomarède. Erwähnt sei noch der Vorschlag von Ch. Dupuis (Französis. Pat. 372.785) auf der Rückseite des undurchsichtigen, mit auffallendem Lichte projizierten Films die Furchen für den Phonographen anzubringen. Man müßte dann entweder mit optischem Ausgleich der Bildwanderung im Kinematographen arbeiten oder wenigstens den Ton an einer Stelle dem Film entnehmen, wo dieser mit gleichförmiger Geschwindigkeit läuft. Es würden bei diesem Verfahren alle Unstimmigkeiten wegfallen. Denn müßte man ein Stück des Bandes ausschneiden, so würde man gleichviel vom Bild und vom Tonstück verlieren.

¹⁾ La Nature, 1912, Nr. 2026, Seite 286.

²⁾ Um für das Orchester wenigstens den Kapellmeister zu sparen, schlägt J. Beck vor, bei der Aufnahme der Films den Kapellmeister mit zu kinematographieren und diesen oder doch wenigstens dessen Taktstock dem Publikum unsichtbar so zu projizieren, daß die hinter oder auch vor dem Schirm aufgestellten Musiker nach den Bewegungen des Taktstockes sich richten können. D. R. P. 242.852.

beiden wirkenden Operateure sich über die Bereitschaft ihrer Apparate durch Signale miteinander verständigen können. Dann muß der eine Apparat, und zwar vorteilhaft der Phonograph zuerst, anlaufen und in einem bestimmten Augenblick den andern Apparat, also den Kinematographen, einschalten. Hierzu kann z. B. ein an dem Träger der Phonographenplatte angebrachter Kontakt benutzt werden, der bei jeder Umdrehung in den Stromkreis eines das Kinowerk sperrenden Magneten gelangt. Damit nur bei der ersten Umdrehung der Magnet tatsächlich Strom empfängt, ist an dem Anker des Magneten eine Unterbrechung vorhanden, die den Strom an dieser Stelle öffnet, sowie der Anker angezogen ist; eine Sperrfeder hält den Anker auch dann am Magneten zurück, also den Strom des Kinematographenmotors geschlossen, wenn der Auslöseanker wieder stromlos geworden ist¹⁾. Damit jede Phonographenplatte stets genau in die richtige Nullstellung eingesetzt werden muß, hat der Träger einen Stift, der in eine Aussperrung der Phonographenplatte paßt.

Vorrichtungen zum Anzeigen des Gleichlaufes. Am einfachsten erfolgt die Regelung auf Gleichlauf in der Weise, daß von dem einen Werk aus in gleichen Intervallen Signale nach dem andern gegeben werden, deren Rhythmus dazu dient, das Werk des zweiten Apparates auf der richtigen Tourenzahl zu halten. Da beim Phonographen die Tonhöhe von der Tourenzahl abhängt, wird man diesen möglichst unverändert laufen lassen und deshalb die Regelung am Kinowerk vornehmen. Es kann dies z. B. in der Weise geschehen, daß am Phonographen bei jeder Umdrehung der Platte ein elektrischer Kontakt für kurze Zeit geschlossen wird und der hierbei entstehende Strom an einem neben dem Platz des Kinooperateurs angebrachten Elektromagneten den Anker anzieht. Die Übersetzung beider Apparate kann nun so gewählt werden, daß auf die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ankergeräuschen am Kinematographen eine Umdrehung kommt²⁾. Vollkommener ist eine Reihe von Anordnungen, bei denen das Phonographenwerk und das Kinowerk jedes mit einem umlaufenden Element gekuppelt ist, die beide unmittelbar neben- oder übereinander liegen. Solange Synchronismus vorhanden ist, behalten beide Elemente ihre Lage gegeneinander bei; eilt aber das eine Werk vor, so verändert sich die Lage beider Elemente gegeneinander. Bei dem Apparat von Messsters Projektion wird ein Differentialgetriebe benutzt. Von den einander gegenüberliegenden Rädern *a* und *b* dieses Getriebes (Abb. 148) ist das eine *b* mit dem Kinowerk und das andere *a* mit einem kleinen Elektromotor gekuppelt, der durch eine beliebige elektrische Übertragung synchron zu dem Phonographen läuft. Das andere Räderpaar *d*₁, *d*₂ ist in dem drehbaren Gehäuse *e* des Getriebes gelagert. Die beiden Räder *a* und *b* laufen entgegengesetzt, und zwar bei genauem Synchronismus des Bildbandes mit der Phonographenplatte mit gleicher Tourenzahl. In diesem Falle steht das Gehäuse *e* still; haben aber die beiden Räder *a* und *b* ungleiche Tourenzahl, so dreht sich das Gehäuse und man kann diese Drehung mittels eines Zeigers *f*, der vor einer festen Marke *g* spielt, beobachten³⁾. Wird der Kino von Hand gedreht, so richtet

¹⁾ Französ. Pat. 424.529 von Gaumont.

²⁾ D. R. P. 177.685 von Messsters Projektion.

³⁾ D. R. P. 200.469.

sich der Operateur so ein, daß der Zeiger unverändert einsteht. Ist Motorantrieb vorhanden, so wird der Widerstand entsprechend geregelt; die beim ungleichen Lauf auftretende Drehung des Gehäuses kann auch zum automatischen Regeln in der Weise benutzt werden, daß hierdurch Widerstände im Stromkreis des Kinomotors aus-, bzw. eingeschaltet werden. Doch ist es zweckmäßiger, die Regelung der Widerstände von Hand vorzunehmen, weil es dann möglich wird, die oben erwähnten Phasenverschiebungen rasch durch entsprechende Beeinflussung des Kinematographen auszugleichen.

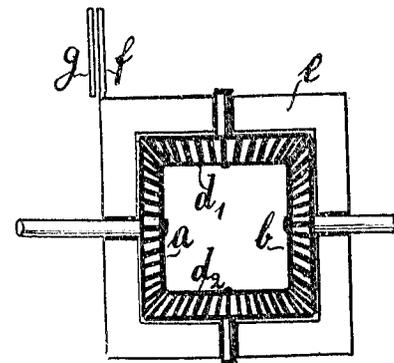


Abb. 148.

In anderer Weise arbeitet die von der Deutschen Bioskop-Gesellschaft angegebene Vorrichtung. Das Prinzip des hier angewendeten Verfahrens ist folgendes: Bei der Aufnahme bewegt sich an irgend einem abseits liegenden Punkte der Szene ein Zeiger, der demgemäß auch auf dem vorgeführten Bilde wieder erscheint. Bei der Vorführung des Tonbildes erscheint außerdem nahe bei diesem projizierten Zeiger ein synchron mit dem Phonographen laufender Zeiger. Das Lichtbild und die Tonvorführung müssen nun so geleitet werden, daß beide Zeiger ihre Stellung gegeneinander beibehalten. Bei der Herstellung der Tonplatten und Films und bei deren Vorführung wird hierbei am besten folgendes Verfahren beobachtet: Die Gesänge, Gespräche usw. werden in dem richtigen Zeitmaß mit dem Empfänger aufgenommen und es werden von diesen Gesängen die für die Sprechmaschine notwendigen Nachbildungen hergestellt. Nunmehr wird eine solche Sprechmaschine so auf der Aufnahmebühne des Kinoateliers aufgestellt, daß der oben erwähnte, an der Sprechmaschine angebrachte Zeiger an einer wenig auffallenden Ecke der Bühne sichtbar wird. Nun erfolgt die kinematographische Aufnahme. Während dieser souffliert gleichsam die Sprechmaschine dem Sänger, so daß dieser seine Gesänge genau im Zeitmaß der ablaufenden Sprechmaschine vortragen kann. Die Bewegungen des Sängers sind mithin genau synchron zu der Sprechmaschine. Bei der Vorführung wird nun die Sprechmaschine unmittelbar bei jener Ecke des Projektionschirmes aufgestellt, an der das projizierte Bild des auf dem Film aufgenommenen Zeigers erscheint, und zwar muß der Zeiger der Sprechmaschine selbst oder auch in Projektion dort gleichfalls sichtbar sein. Es handelt sich nun nur darum, daß beide Zeiger ihre gegenseitige Stellung beibehalten, was durch Regeln des Kinowerkes geschieht¹⁾.

Einrichtungen zum zwangläufigen Synchronisieren. Auf den verschiedensten Gebieten der Technik, und zwar besonders bei elektrischen Apparaten besteht das Bedürfnis, zwei oder mehr Apparate dauernd in Gleichlauf zu erhalten oder wenigstens in sehr kurzen Intervallen den etwa

¹⁾ D. R. P. 212.506, 227.952 oder Franz. Pat. 397.366 und Zusatz 11.601.

verlorengegangenen Gleichlauf wieder herzustellen. Der Konstrukteur hat somit unter einer großen Zahl von Vorbildern die Auswahl. Als Typus sei eine von Messter vorgeschlagene Anordnung gewählt, die sich durch die Einfachheit des benutzten Prinzips auszeichnet. Der Ring — die sogenannte Armatur oder der Rotor — der Grammeschen Dynamomaschine besitzt bekanntlich eine auf einen eisernen Ring aufgewundene Drahtwicklung. Diese endlose Wicklung ist durch Ableitungen in eine größere Zahl von Sektoren zerlegt. Der Ring ist in dem Felde eines Magneten drehbar. Führt man nun zwei gegenüberliegenden Sektoren elektrischen Strom zu, so wird der Ring ein Doppelmagnet, der an den Stromzuführungsstellen seine Pole hat. Hat man die Zuführungsstellen so gewählt, daß sie um 90° entfernt liegen von der Linie, welche die Pole des äußeren Magnetsystems miteinander verbindet, so wird auf den Ring ein Drehmoment ausgeübt, und zwar wirkt dieses solange, bis die Pole im Ring den entgegengesetzt gerichteten Polen des feststehenden Systems gegenüberliegen. Führt man nun, ehe der Ring in diese Gleichgewichtsstellung gelangt ist, den Strom an den beiden benachbarten Zuführungsstellen in den Ring, so erleidet die Lage der Pole im Ring eine Verschiebung und die neuen Pole werden nunmehr nach den feststehenden entgegengesetzten Polen hingezogen. Läßt man nun die Pole ständig im Ring entgegengesetzt seiner Drehung wandern, und zwar immer so, daß die Geschwindigkeit der Wanderung der Pole im Ring übereinstimmt mit der Drehgeschwindigkeit des Ringes, so unterhält das im Ring auftretende elektromagnetische Drehmoment die Drehung des Ringes. Würde aber z. B. die Drehgeschwindigkeit des Ringes hinter der Wanderungsgeschwindigkeit der Pole im Ring zurückbleiben, so würde sich die Lage der Pole im Ring so verschieben, daß das elektromagnetische Drehmoment entgegen der Drehung des Ringes gerichtet wäre. Der Ring käme mithin zum Stillstand. Von dieser Einrichtung hat nun Messter in folgender Weise Gebrauch gemacht: Zum Antrieb des Kinematographen und des Phonographen dient je ein Elektromotor. Der Grammering jeder der Motore besteht aus vier Sektoren. Während nun sonst auf der Achse des Grammeringes ein Kollektor sitzt, ist hier der Kollektor getrennt von der Grammesmaschine angebracht, und zwar sitzen die Kollektoren der beiden Maschinen auf einer gemeinsamen Achse, die durch einen selbständigen Motor oder ein Laufwerk beliebiger Einrichtung in Umdrehung versetzt wird. Die Verbindung zwischen jedem Ring und seinem Kollektor ist in der Weise hergestellt, daß auf der Achse des Grammeringes vier Schleifringe sitzen. Jeder Schleifring ist mit einer der Sektorenableitungen des Ringes verbunden und von der zu jedem Schleifring gehörigen Bürste führt eine Leitung zum Kollektor. Es kann so jede der Grammesmaschinen einen selbständigen Stromkreis erhalten, da aber die beiden Ringe synchron zu ihren Kollektoren laufen müssen und die Kollektoren, da sie auf einer Achse sitzen, selbst synchron sind, so müssen die Ringe und somit auch die beiden von ihnen getriebenen Maschinen, nämlich der Kinematograph und der Phonograph, auch dauernd in Gleichlauf bleiben¹⁾. Bei einer ähnlichen, von Gaumont vorgeschlagenen Anordnung wird der Phonograph durch einen der gebräuchlichen Elektromotoren

¹⁾ D. R. P. 154.372, 155.978; auch Franz. Pat. 334.692 von Messters Projektion.

betrieben; auf der Achse dieses Motors sitzt der Kollektor für den Grammotor des Kinematographen¹⁾. Zum Verständnis der Vorgänge, die bei diesen Einrichtungen den synchronen Gang vermitteln, diene folgendes: Man nehme an, daß aus irgend einem Grunde einer der Motore um einen geringen Bruchteil eines vollen Ringumfanges hinter dem Kollektor zurückbleibe. Dann wird der Winkel zwischen magnetischer Achse des Ringes und derjenigen seines Magnetfeldes vergrößert; dadurch wächst aber sofort das auf den Ring ausgeübte Drehmoment und der Ring wird somit sich beschleunigt drehen, bis wieder der normale Winkel zwischen beiden Magneten hergestellt ist.

Eine Einrichtung mit der Möglichkeit, die zwangläufige Synchronisierung zu lösen und etwa eingetretene Phasenverschiebungen durch Beschleunigung oder Verzögerung des einen Apparates zu beseitigen, hat F. E. Thormeyer angegeben. Das Schema zeigt Abb. 149. Der Phonograph, dessen Schallplatte auf dem Träger 4 sitzt, wird durch das Laufwerk 1 angetrieben. Ein ähnlich gebautes Laufwerk 1*a* treibt den Stromverteiler 5 für den Motor 6 des Kinematographen 7. Eine Achse 20 des Phonographenlaufwerkes treibt mittels Kegelhädern eine Hohlwelle 21, eine Achse 20*a* des Kinolaufwerkes die in dieser Hohlwelle liegende Achse 21*a*. Auf der Hohlwelle 21 sitzt eine Scheibe 8, die zwei Teilungen mit gleichliegenden Nullpunkten hat. Die eine Teilung entspricht der Umdrehungszahl der Phonographenplatte, die andere gibt die Zahl der Kinobilder an, welche während eines Plattenumlaufes projiziert werden müssen.

Auf der Achse 21*a* sitzt ein über den Einteilungen spielender Zeiger 8*a*. Beide Apparate sind in Gleichlauf, solange der Zeiger 8*a* seine Lage gegenüber den Einteilungen beibehält. Jedes Laufwerk steht unter dem Einfluß eines Bremshebels 3, der durch Winkelhebel 3*b*, gegen die verschiebbare Stellschrauben 3*c* vorgeschoben werden können, mehr oder weniger gegen eine Bremsscheibe 12, 12*a* angepreßt werden kann, welche wiederum unter dem Einfluß eines Pfliehkraftreglers 22, bzw. 22*a* steht. Zunächst wird an die für die Tonlage nötige Geschwindigkeit hat und nun die Stellschraube 3*c* des Kinolaufwerkes so gestellt, daß der Zeiger 8*a* auf der Scheibe 8 den Gleichlauf beider Werke anzeigt. Durch den Schalthebel 9*b* läßt sich eine Kupplung beider Laufwerke herstellen. Die Mitnehmer 9 und 9*a* dieser Kupplung sitzen auf gleich rasch laufenden Achsen beider Laufwerke; sie gestatten ein Voreilen oder Zurückbleiben beider Laufwerke; sie gestatten einen vollen Umlauf ihrer Achsen. Ist diese Kupplung eingerückt, so ist der Synchronismus innerhalb mäßig großer Grenzen gewährleistet. Macht eine einseitige Phasenverschiebung es notwendig, daß der Lauf eines Apparates, z. B. des Kinematographen, rasch stark beschleunigt oder verzögert wird, so wird die Kupplung vorübergehend gelöst und durch Einwirken auf die Stellschraube 3*c* des Kinolaufwerkes die Phasenverschiebung beseitigt. Um nun, wenn beide Phasen berichtigt sind, die zum Synchronismus notwendige Stellung der Stellschraube 3*c* rasch wieder zu finden, legt sich ein an der Spindel dieser Stellschraube befindlicher Kegel gegen einen Hebel 3*d*, dessen

¹⁾ Brit. Pat. 18.015 vom Jahre 1901. — Siehe auch Brit. Pat. 1093 vom Jahre 1903 und 15.708 vom Jahre 1901.

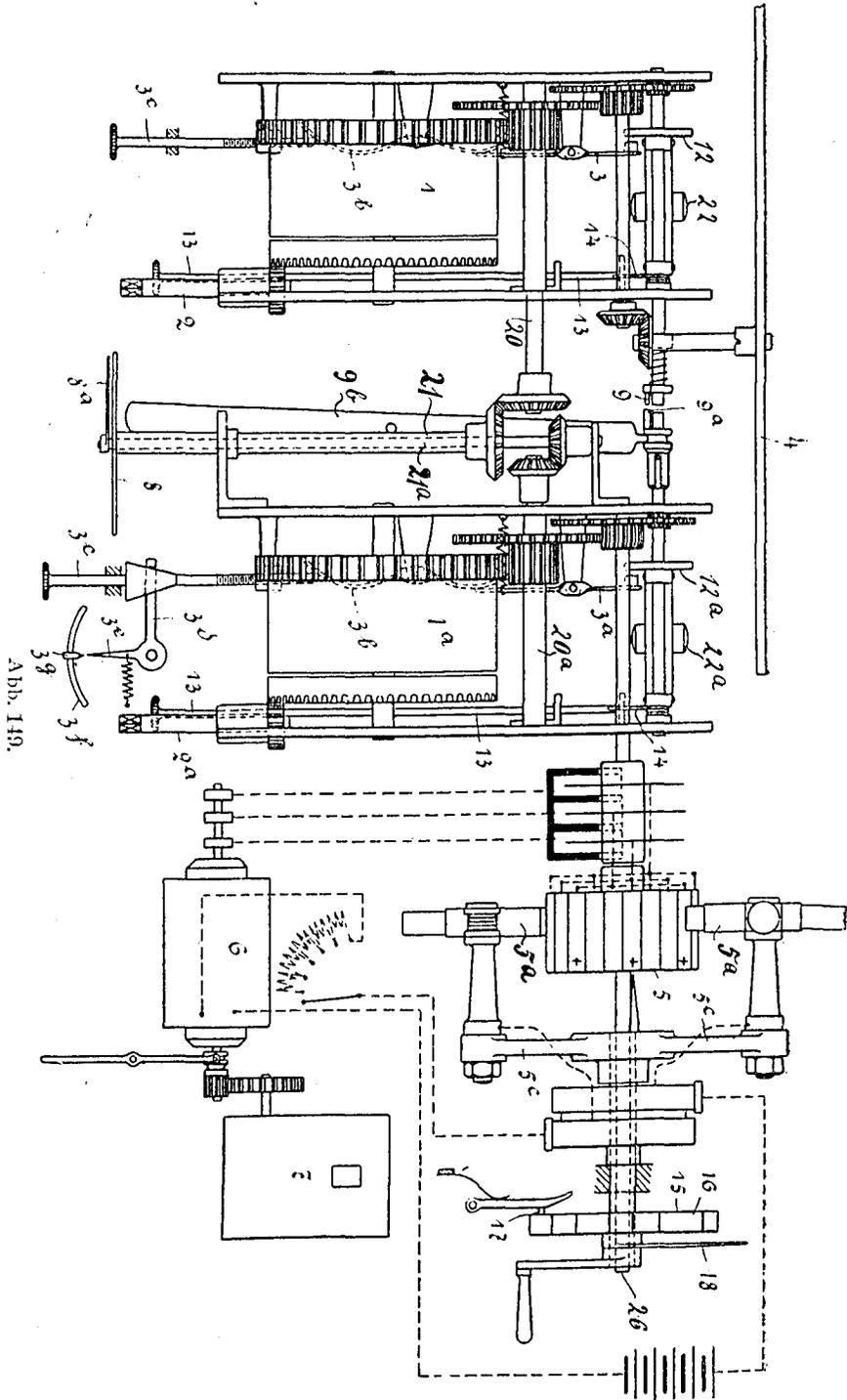


Abb. 149.

anderer Arm $3c$ über einem Bogen $3f$ mit einstellbarer Marke. Das Feineinstellen der Stellschraube erfolgt nun wieder bis zum Gleichlauf des Zeigers $8a$ und der Scheibe 8 . Zum Schluß wird dann mit dem Schalter $9b$ die Kupplung der Mitnehmer 9 und $9a$ hergestellt. Die Übereinstimmung zwischen Bild und Ton läßt sich auch durch Verdrehen der Brücke $5c$ für die Bürsten $5a$ bewirken, welche den Strom dem Verteiler 5 für den Synchronmotor 6 des Kinematographen 7 zuführen. Mit der Bürstenbrücke $5c$ ist eine Scheibe 15 fest verbunden, die einen geteilten Ring 16 trägt, dessen Teilung der Zahl der Kinobilder entspricht, die während eines Umlaufes des Stromverteilers projiziert werden. Der durch eine Feder gegen die Scheibe gedrängte Stift 17 läßt sich in Löcher der Scheibe einsetzen und diese so feststellen. Soll nun die Bürstenbrücke z. B. um zwei Bilder verstellt werden, so kann man entweder eine entsprechende Drehung der Achse des Stromverteilers unmittelbar vornehmen, oder man verstellt zunächst den auf der Achse 26 sitzenden Zeiger 18 um zwei Teile und rückt die Scheibe 16 nun nach, bis ihr Nullpunkt wieder mit dem Zeiger zusammenfällt¹⁾.

1) D. R. P. 220.902; mit einigen Abänderungen auch Amer. Pat. 989.207. Vorrichtungen zum zwangsläufigen Einschalten eines Sprechapparates durch einen Kinematographen gab gleichfalls Thormeyer an: D. R. P. 194.152, Franz. Pat. 360.555, Brit. Pat. 26.440 vom Jahre 1905.

Gewicht, so daß er fast ebenso leicht zu transportieren und zu handhaben ist, wie eine Kastenkamera.

Ein Projektionsapparat der gleichen Firma für große Kinotheater ist in Abb. 151 dargestellt. Das innen mit Asbest ausgeschlagene Lampen-

XXII. Einige Kinematographen-Typen.

Während bisher im wesentlichen nur Teile von Kinematographen betrachtet wurden, wollen wir nunmehr eine Reihe ganzer Apparate kennen lernen, wie sie gegenwärtig benutzt werden. Es ist nicht möglich, auf Details in der Konstruktion einzugehen. Wir müssen uns vielmehr begnügen, als Ergänzung des früher Gesagten die Abbildungen, einiger Apparatypen zu bringen und nur das besonders Wichtige kurz zu erläutern.

Die deutsche Industrie begann vor etwa 16 Jahren sich der Herstellung von Apparaten zur Aufnahme und Wiedergabe bewegter Bilder zuzuwenden und zwar waren die Apparate von E. Messter zeitlich die ersten. Es mögen deshalb die Apparate der Firma Messters Projektion auch an erster Stelle berücksichtigt werden.

Eine besonders für wissenschaftliche Aufnahmen von kürzerer Dauer taugliche sehr kompensierte Kamera, die „Kine-Messter-Kamera“, zeigt Abb. 150; der Deckel und die linke Seitenwand sind entfernt, die Rückwand *A* ist geöffnet, um das Werk sichtbar zu machen. Der Apparat hat die bei Kasten-kameras gebräuchliche Form, ist 21 *cm* hoch und je 15 *cm* lang und breit. Als Objektive sind solche von 50--75 *mm* Brennweite am besten brauchbar; die Einstellung des Objektivs *L* erfolgt mittels Schnecken-triebes. Es ist für diese Kamera eigentümlich, daß die Trommel *B* für den unbelichteten und die Trommel *R* für den belichteten Bandteil konachsial nebeneinander liegen. Das Band erfährt eine eigenartige Schränkung in seinem Verlauf, der durch die Pfeile hinreichend angedeutet wird. Die Ableitung aus der Vorrats-trommel *B* und die Zuleitung zur Aufnahmetrommel *R* erfolgt durch schnabel-artige, enge Schlitze *C*, bzw. *S*. Der stetigen Förderung des Bandes dient ein Stiftrad *H*, das auf dem oberen Teil seines Umfanges das Band dem Bildfenster zuführt und auf dem unteren Teil es vom Bildfenster weg-befördert. Federn *J* und *O* pressen das Bildband gegen das Stiftrad. Das Objektiv kann nach einer Entfernungsskala scharf eingestellt werden. Der an der rechten oberen Kante im Innern der Kamera sichtbare vierkantige Kanal gestattet, der aufzunehmenden Szene in dem Sucher zu folgen. Die Filmtrommeln, welche durch am unteren Teil der Kamera angebrachte Schieber leicht, und zwar bei Tageslicht eingesetzt und entfernt werden können, fassen bei dem einen Kameratyp 20, bei dem andern 50 *m* Film, es werden aber auch solche von 100 *m* geliefert. Da der Apparat in erster Linie für Forschungs-zwecke z. B. zur Aufnahme der Lebensgewohnheiten, Tänze, Arbeiten von sog. „wilden“ Völkern dienen soll, aber auch für rasch ablaufende Tages-ereignisse angewendet werden kann, so genügt diese Länge des Bandes. Sein Hauptvorzug ist trotz solider Bauweise sein kleines Format und geringes

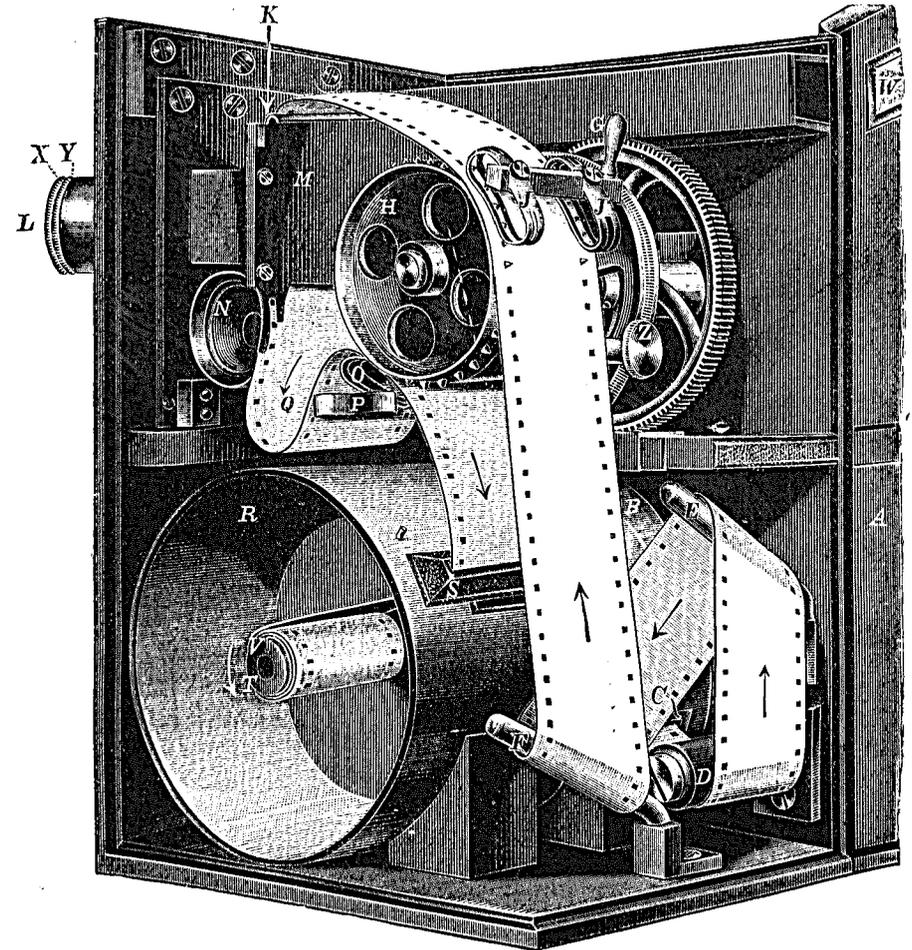


Abb. 150.

gehäuse ist so breit, daß die Bogenlampe in zwei Stellungen geschoben werden kann. In der einen wird ihr Licht dem Kinematographen zugeführt, in der andern einem Projektionsapparat für stehende Lichtbilder, dessen Objektiv auf der in der Strahlenrichtung linken Seite des Apparates sichtbar ist. Das gußeiserne Bockgestell trägt oben durch Spindeln in der Höhe verschiebbar ein mit Eisenblech beschlagenes Brett, auf dem das Lampenhaus, das Kinowerk und die optische Bank für das bei der Projektion stehender

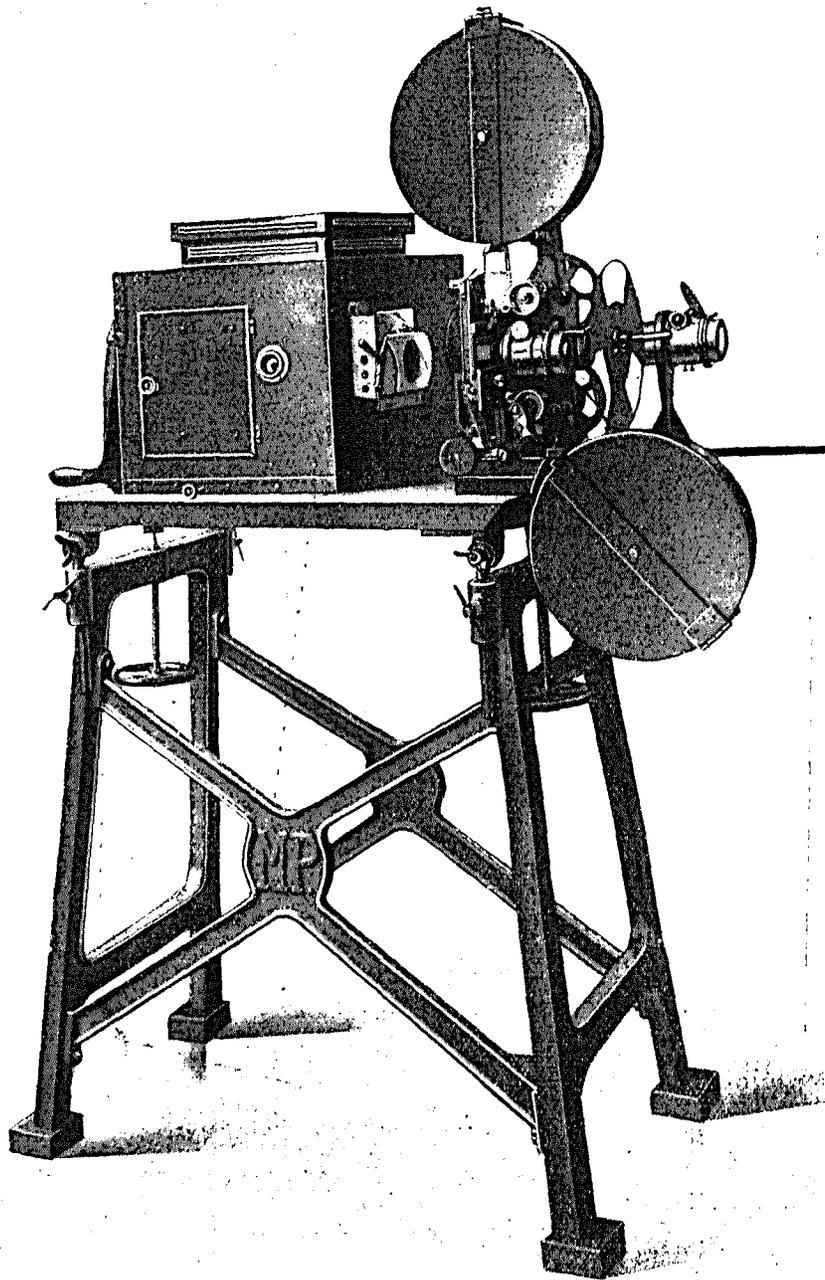


Abb. 151. Thaumatrograph von Messers Projektion.

(Glas-) Bilder benutzte Objektiv aufmontiert sind. Die Fortschaltung des Bandes im Bildfenster erfolgt durch ein in einem Ölkasten laufendes Malteser-

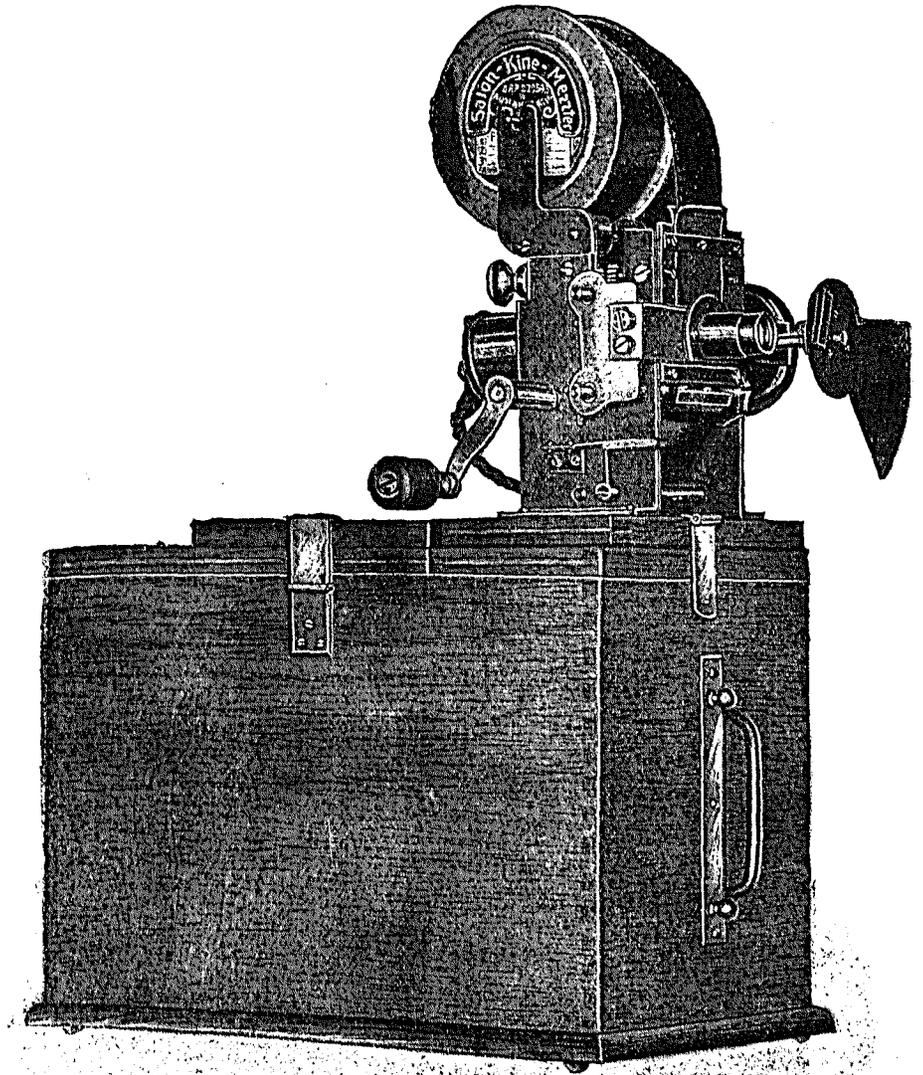


Abb. 152.

gesperre, bei dem der Bildstillstand fünf Sechstel einer vollen Bildperiode ausmacht. Das Malteserkreuz nebst dem Einzahnrad und dem Stiftrad sind in einem

besonderen Gestell gelagert; diese Teile können also leicht ausgewechselt werden. Die Filmtrommeln können bis 400 m Band aufnehmen, ermöglichen also Vorführungen von 20 Minuten Dauer ohne Unterbrechung.

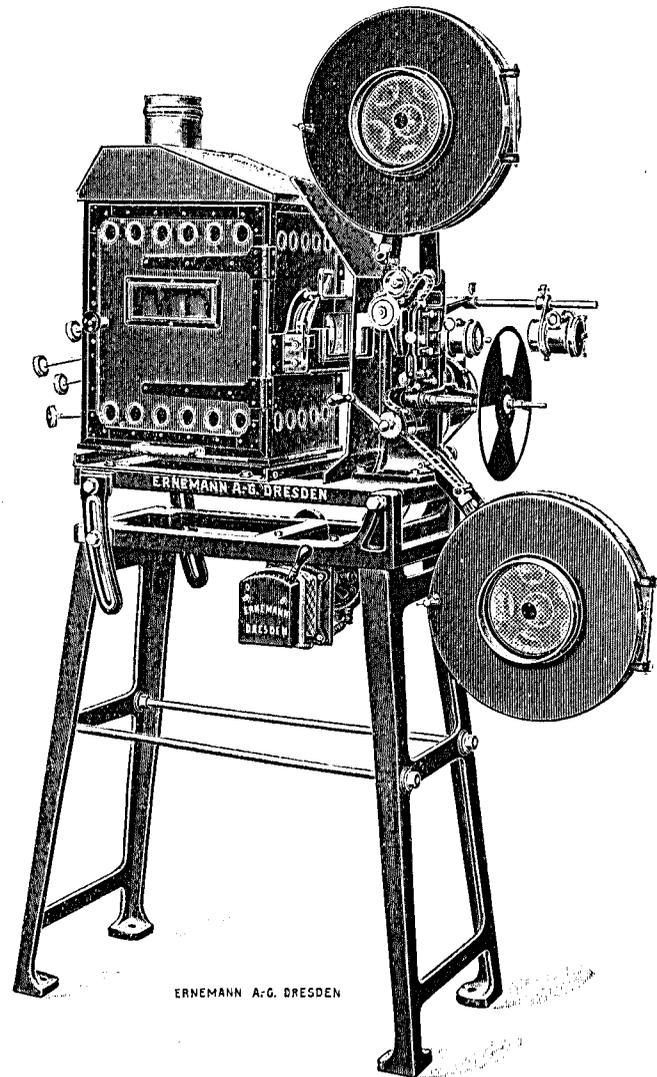


Abb. 153. Stahlprojektor Imperator von Ernemann.

Einen Vorführungs kinematographen für Schule und Haus zeigt die Abb. 152 in $\frac{1}{4}$ natürlicher Größe. Zur Projektion dient hier eine Nernstlampe, die entweder an ein Starkstromnetz oder an einen im Untersatz des Apparates unterzubringenden Akkumulator von vier Stunden Brenndauer

angeschlossen werden kann. Das Bildband enthält auf einem Film von normaler Breite vier Bildreihen nebeneinander. Jedes Bild bedeckt nur $\frac{1}{16}$ der Fläche, welche ein Bild eines Theaterkinematographen einnimmt. Ein Film mit 4000 Einzelbildern wird in etwa 4 Minuten abgespielt und kostet 10 Mark, während die gleiche Bilderzahl auf dem Theaterfilm 80 Mark kostet. Wegen des in beiden Richtungen arbeitenden Schaltwerkes sowie der Lagerung und Verschiebbarkeit des optischen Teiles des Kinemato-

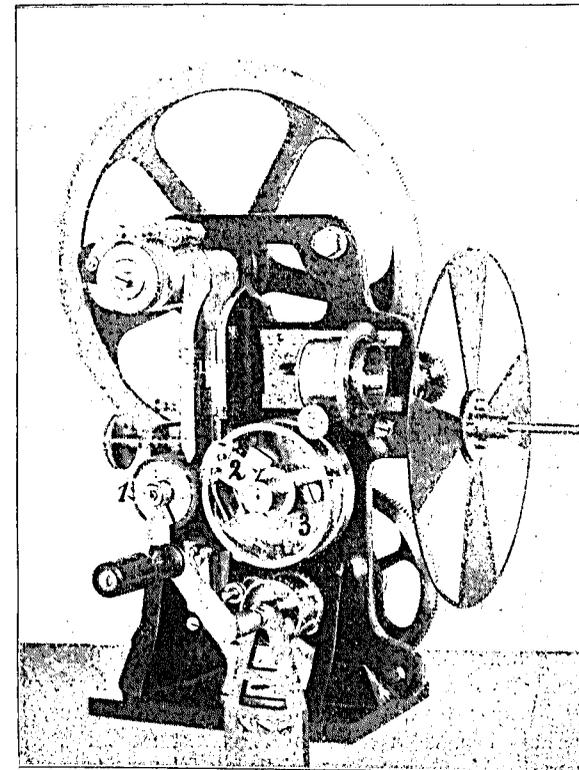


Abb. 154.

graphen ist das oben Seite 165 (Abb. 111) Gesagte zu vergleichen. Bei Benutzung eines Projektionsschirmes mit metallischer Oberfläche reicht die Lichtquelle aus, um Bilder von $1\frac{1}{2}$ m Höhe bei 2 m Breite zu erzeugen.

Der große Stahlprojektor „Imperator“ der Firma H. Ernemann A. G. (Abb. 153) zeigt bereits Feuerschutztrommeln, welche große, mit Drahtnetz verschlossene Öffnungen in der Mitte ihrer Stirnfläche haben. Es ist bei ihm das früher ängstlich gewahrte Prinzip, die Trommeln so weit als möglich luftdicht abzuschließen, aufgegeben, so daß bei dem Übertritt eines Brandes in die Trommel das Band frei abbrennen kann, also die mit Qualm ver-

bundene flammenlose Zersetzung des Zelluloides unmöglich wird. In dem Werk sind alle Übertragungen mittels biegsamer Welle, Kette oder Schnur vermieden, alle angetriebenen Teile des Werkes sind nur durch Zahnräder mit einander verbunden. Das Einlegen des Films erfordert drei Handgriffe: je einen an der Vorwickeltrommel vor dem Bildfeld und an der Nachwickeltrommel hinter diesem sowie an dem Bildfenster selbst. Beim Schließen des Fensters pressen ein Paar federnder Druckrollen den Film an das Stiftrad des in Öl gelagerten Maltesergesperres und es legen sich ein paar glasharte polierte Kufen, die zu einem federnd gelagerten Rahmen verbunden sind, auf die Ränder des Bildbandes. Die Bildbandtrommeln können bis zu 600 m Film aufnehmen, genügen also zu einer ununterbrochenen Vorführung von einer halben Stunde Dauer. Zwischen dem Lampengehäuse und dem Werke ist eine bis zur Höhe der Decke des Gehäuses hochgeführte, mit Asbest belegte Eisenblechwand eingeschoben, um die strahlende Wärme des Gehäuses vom Werk fernzuhalten. Die Kreisblende (Verschluß) kann auf einer langen Achse, in der sie mit Feder und Nut geführt ist, verschoben werden, so daß sie bei Objektiven verschiedener Brennweite stets an den Kreuzungspunkt des Strahlenkegels gebracht werden kann.

Als Apparat mit sehr kurzer Dunkelpause sei der Vitograph Modell K 1912 der Malteser Maschinenbaugesellschaft erwähnt. (Abb. 154.) Die absatzweise Fortschaltung erfolgt hier durch eine Reibungsscheibe. Auf dem großen Rad 3, das für jeden Bildwechsel einen Umlauf macht, sitzen am Umfange zwei Reibungsnocken 2 in Klemmbacken, Die Breite dieser aus Filz gefertigten Nocken ist so bemessen, daß sie das Bildband nur an den freien gelochten Rändern erfassen und gegen die erhöhten, gleichfalls mit Filz bekleideten Ränder der losen Rolle 1 anpressen. Auf die Fortschaltung fällt hier nur $\frac{1}{16}$ einer vollen Bildperiode, so daß der Apparat eine sehr günstige Ausnützung des elektrischen Stromes der Lichtquelle gewährleistet. Der Abnützung unterworfen sind hier in erster Linie die beiden Filznocken der Reibungsscheibe, deren Erneuerung und Einjustierung besondere Sorgfalt erfordert. Diese Gattung von Kinematographen hat deshalb zu ihrer Bedienung besser geschulte Kräfte nötig, als ein Apparat mit Maltesergesperre, gibt aber wegen der Kürze der Fortschaltzeit sehr gute flimmerfreie Bilder und nützt den Lampenstrom wegen der kurzen Dunkelpausen gut aus. Sie eignen sich deshalb besonders für Projektion mit starker Vergrößerung und vornehmlich für die Vorführung naturfahiger Kinematographien z. B. nach dem Kinemakolorverfahren, da hier die Farbfilter ja einen großen Teil des zur Verfügung stehenden Lichtes der Projektionslampe wegnehmen, leicht also die ausreichende Helligkeit fehlt.

Alphabetisches Register.

- Abblätternde Bilder 185.
 Abblenden 153.
 Abdeckkante 52.
 Abdeckschieber 58.
 Absatzweises Schalten des Films 14.
 Abschneiden des Films 90.
 Absorption 82.
 Acres 118.
 Adler 95.
 Alaun 82.
 Alberini 169, 213.
 Altern der Filme 80, 120.
 Amylazetat 71, 79.
 Anaglyphen 138.
 Anamorphoten 211.
 Ankerhemmung der Bildscheibe 175.
 — des Stiftrades 26.
 Ankündigungsdiapositive 199.
 Anpressen des Bandes im Fenster 41, 68.
 Ansatz für Stereoapparate 139.
 Anschütz 9, 64.
 Anzeiger für Gleichlauf 222.
 Appiani 82.
 Armat 41, 43.
 Athenia 116.
 Ätzen der Schablonen 120.
 Audibert 128.
 Aufbewahrung der Filme 91.
 Aufnahmeapparate 154.
 —, Verschlüsse dazu 53.
 —, Optik 151.
 Aufnahmespule 157.
 Aufnahme von Ton und Bild zugleich 223.
 Aufstäuben der Emulsion 73.
 Auftragen der Emulsion 72.
 Aufwickler 159.
 Ausgleich, optischer, der Bildwanderung
 Automat 190. [13, 96 ff.
 Azeton 71, 79.
 Azetylzellulose 71.
 Baj 72.
 Ballistischer Kinematograph 208.
 Ballonbilder 212.
 Bandverschluß 55.
 Barber 212.
 Barr 110.
 Bayer (Farbwerke Elberfeld) 72.
 Beleuchtung bei der Aufnahme 205.
 — bei Doppelapparaten 116.
 — unterbrochene 64.
 — bei der Vorführung 191.
 Bell 51.
 Bergmann 179.
 Berthon 128. [gesperre 15.
 Beschleunigung des Bandes beim Malteser-
 Betrachtungsapparate, stereoskopische 141.
 Bettini 173.
 Bianchi 102.
 Bichromatverfahren 120, 140.
 Biesalski 181.
 Bildband, siehe Film 70 ff.
 Bildfenster 67.
 Bildkarte 185.
 —, Befestigung auf Bändern 189.
 —, Befestigung auf Walzen 186.
 Bildscheibe 175.
 Bildtrommel 184.
 Bildwalze 184.
 Bingham 43, 57.
 Blair 22, 157.
 Blende 65 (siehe auch Verschluß!).
 — für Umwandlungsbilder 65.
 — wandernde, bei optischem Ausgleich
 101, 103.
 Bogenlampe 191, 197, 206.
 Boistesselin 72.
 Bolam 179.
 Bona 92.
 Bonhomme 117.
 Bréard 98, 105.
 Briesen 79.
 Bronzierte Projektionswand 209.
 Brown 136.
 Büchner 202.
 Buderus 20.
 Bull 209.
 Bunte Bilder siehe Farbbilder 119 ff.
 Busch 99.
 Calichio-pulo 136.
 Campbell 109.
 Cannock 21.
 Cardangelenck 114.
 Carotte 57.
 Casler 49, 103, 187, 189, 190.
 Červenka 136.
 Chasles 137.
 Chéron 132.
 Christensen 44, 125, 127.
 Chromatgelatine 120, 140.
 Colson 88.
 Compagnie Générale de Phonographes Ciné-
 matographes et Appareils de Précision
 (jetzt Pathés frères) 28, 65, 69, 75, 120,
 144, 147, 196, 206.
 Contenet 63.
 Continental-Film Co. 130.
 Corobtsoff 110.
 Cosme 138.
 Cotton 187.
 Coulon 162.
 Coyle 201.
 Cranz 208.

Cripp 173.
 Crocker 175.
 Cuito 82.
 Curtis 43.

Dahlmann 94.
 Danzer 72, 74.
 Daubresse 104.
 Delpech 63.
 Demeny 41, 179.
 Dessauer 183.
 Deutsche Bioskop-Ges. 223.
 Deutsche Mutoskop- und Biograph.-Ges. 50,
 Dickson 111, 190. [109, 188.
 Dietz 56.
 Doppelapparate 113.
 —, Bildzentrieren 150.
 Doppelpyramide (Ausgleich) 105.
 Doppelte absatzweise Schaltung 50.
 Doppeltes Maltakreuz 20.
 Doyen 74.
 Dreieckstellung der Objektive 126.
 Dreifarben-theorie 122.
 Drucken der Bilder 77, 78.
 Druckluft zum Antrieb 210.
 — zum Feuerschutz 87.
 Drummonds Kalklicht 195.
 Ducom 11.
 Ducos du Hauron 8.
 Dumont 8.
 Dunkelhause 113.
 —, Beleuchtung während dieser 56, 63.
 —, überzählige 52.
 Dupuis 141, 142, 221.
 Durchscheinende Verschlüsse 63.
 Duskes 47, 68, 147.
 Dussaud 64, 196.
 Dustin 87.

Edison 26.
 Edwards 45.
 Effing 28.
 Einankerumformer 192.
 Einfädeln des Films 67.
 Einlegemarken 134.
 Einstellen des Bildbandes 144.
 — der Blende 147.
 — des Filmfortschaltorganes 146.
 — bei Mikrokine-matographen 207.
 — der Optik 144.
 Einteilung der Kinematographen 12.
 Eisenoxydul zur Wärmeabsorption 82.
 Elastische Kupplung des Stiftrades 26.
 — — der Filmrollen 157.
 Eldredge 188.
 Elektrischer Feuerschutz 86.
 Elektrische Funken 208.
 Elektrisches Licht 191.
 Elektrotachyskop 9, 64.
 Elementarraster 134.
 Emulsion 72.
 Endlose Bänder 141, 158.
 England 53.

Entstehung der Bewegungsbilder 5.
 Entwickeln 215, 217.
 Ernemann 53, 155, 191, 207, 219, 232.
 Escher 202.
 Evans 57.
 Exzentersteuerung 30.
 Exzenter für Schläger 43.

Farbband 120.
 Farbbilder 78, 119 ff.
 —, stereoskopische 112.
 Farbblenden 131.
 Farbensynthese 122.
 Farbenwirkung bei der Aufnahme 205.
 FarbfILTER 124, 129, 131.
 Farbraster 134.
 Fauconnet 170, 173.
 Federwerktrieb 177.
 Fenster 41, 67.
 Feuchthalten der Films 91.
 Feuerschutz 81 ff.
 —, elektrischer 86.
 Feuerschutzkanäle 89.
 Feuerschutzklappen 83.
 Feuerschutzringe 92.
 Feuerschutzrollen 90.
 Feuerschutztrommeln 92, 234.
 Fey 201.
 Film 12, 70 ff.
 —, Altern 80.
 —, Aufbewahren 94.
 — für Doppelapparate 114.
 — für Farbbilder 125, 129, 131.
 —, Gießen 71.
 —, Glätten 72.
 —, Kitten 79.
 —, Lochen 73.
 —, mehrreihige 165.
 —, Messen 158.
 —, Packen 74.
 —, Randverstärkung 76.
 —, Rauhen 72.
 —, Reinigen 74.
 —, Schrumpfen 79.
 —, Signieren 74.
 — mit Tonkurven 221.
 Filter für Farbbilder 121, 125, 129.
 —, Wärmefilter 81.
 Filterband 129.
 Filterblende 131.
 Fliehkraftregler 83.
 Flimmern 58, 112.
 Flinte, photographische von Marey 11.
 Flügel (Verschluß), gefärbte 63.
 —, gegenläufige 53.
 —, gelochte 63.
 —, schräge 54.
 —, mehrere an einem Verschluß 52.
 Freilichtprojektion 202.
 Friese-Greene 26, 57, 67, 129, 132.
 Führungsschienen 68.
Gall 84.
 Ganzini 203.

Gasator 195.
 Gaumont 23, 120, 121, 130, 140, 185, 222.
 Gazel 180.
 Gefärbte Verschlußflügel 63.
 Gegenläufige Verschlußflügel 53.
 Geistererscheinungen 211.
 Gelatinefilme 76.
 Gelenksstangenkupplung 21.
 Gelochte Verschlußflügel 63.
 Geschwindigkeit der Bandbewegung beim
 Maltesergesperre 15.
 Gieß 88.
 Gießbalm 71.
 Gießband 72.
 Gießen der Films 71.
 Gießmaschine 72.
 Gießtisch 71.
 Giglio 169.
 Gilmore 94.
 Ginoux 115, 117.
 Gipswand 201.
 Gitter als Wärmeschutz 82.
 Glasatelier 205.
 Glasdiapositive 199.
 Glaswand, mattierte 202.
 Glätten der Films 72.
 Gleichlauf 222 ff.
 Gleichrichter 193.
 Gleichstrom 191.
 Glühlicht 196, 232.
 Greifenhagen 157.
 Greifer 28.
 — mit Exzentersteuerung 30.
 — mit beschleunigter Geschwindigkeit 35.
 — mit veränderlicher Geschwindigkeit 39.
 — mit Krummzapfen 33.
 — mit Kulissensteuerung 29, 36.
 — mit Malteserantrieb 39.
 Grivolos 47.
 Grosmanin 19.
 Größenmaße der Films 175.
 Grundfarben 122.
 Guillet 26.
 Günther 87.
 Gwozdz 198.
 Gyrostat 210.

Hahnkükenverschluß 55.
 Haines 117.
 Halla 114, 150.
 Handkamera 210.
 Harris 87, 89.
 Harrison 84.
 Hetz 58.
 Hilfsbeleuchtung 206.
 Himuli 110.
 Hoglund 26.
 Holmes 84.
 Homes 95.
 Hopwood 11.
 Horsman 74.
 Hough 179.
 Howell 147.

Huber-Stutz 202.
 Huet 104, 176.

Jansen 94.
 Janssen 11.
 Jenkins 187, 190.
 Imperator 232.
 Infrarote Strahlung 82.
 Innenentnahme der Films 159.
 July 74, 121.
 Joy 148.
 Irisblende 65.
 Isaacs 159.
 Itala-Film Co. 120.
 Justieren des Bandes im Fenster 144 ff.
 — des Objektives 132.
 — des Verschlusses 147.

Kabine 94.
 Kalklicht 195.
 Kamm 63, 147, 175.
 Kampher 71.
 Kardangelenk 114.
 Kasprzycki 116.
 Kayser 201.
 Kerkow 94.
 Kinemakolor 132.
 Kinematograph 2.
 Kine-Messter-Kamera 229.
 Kitten des Film 79.
 Klaiber 39, 86.
 Klump 183.
 Knott 162.
 Kohlenscheibe, rotierende 197.
 Kohlräusch 10.
 Kollodium 70.
 Kolorierte Bildbänder 120.
 Komplementärfarben 122.
 Kondensator 155.
 Koopman 187, 190.
 Kopieren 215, 217.
 — von Stereobildern 141.
 Kraus 100.
 Kreis (Verschluß)scheibe 51.
 —, gegenläufige 53.
 —, gelochte und gefärbte 63.
 —, mit regelbarer Öffnung 52.
 Krug 49.
 Kucharski 48.
 Kühlgefäß 81.
 Kühlluft 87.
 Kükenverschluß 55.
 Kulissen-schaltung des Stiftrades 26.
 — des Greifers 29.
 — des Schlägers 43.

Lacolle 173.
 Lamellenverschluß 55.
 Lampen 191 ff.
 Lampengehäuse 199.
 Latham 55.
 Law 189.
 Lebensrad 6, 175, 178.

Lee 129, 130.
 Lefferts 72.
 Lehmann 11.
 Leihgebühren der Films 3.
 Leinwandschirm 200.
 Leiterstativ 209.
 Lepée 39, 62.
 Leprince 10.
 Le Roy 146.
 Lertourné 89, 90, 94.
 Leuchtschirm 181.
 Lichtquellen 191 ff.
 Lichtregelung 198.
 Lichtschutzklappen 183.
 Lichtverteilung bei Doppelapparaten 117.
 Liesegang 11, 83.
 Linsen 151.
 — zum optischen Ausgleich 98, 103.
 Löbel 11.
 Lochen 73.
 Londe 9.
 Löschen 90 ff.
 Lösungsmittel für Zelluloid und Zellit 71.
 Lubin 81.
 Lückenwalze 46 ff.
 Lumière 31, 73, 109, 111, 114, 187.
 Lumière froide 64, 192, 196.
 Lux (Société) 34, 74, 212.
 Lysikiewicz 58.

Madaler 169.
 Maiche 115.
 Mallet 54, 91.
 Maltesergesperre 15.
 —, radialer Schlitz 16.
 —, schräger Schlitz 19.
 —, doppeltes Kreuz 20.
 —, beschleunigte Schaltung 20.
 —, drehbarer Einzahl 22.
 —, doppelte Sperrung 23.
 —, Mehrzahnrad 22.
 —, in Ölkapsel 23.
 —, auslösbar durch Klauencingriff 28.
 —, zum Antrieb des Greifers 39.
 —, zum Antrieb der Reibungsscheibe 47.
 —, Einstellung 146.
 Malteser Maschinenbau-Ges. 234.
 Marbe 11.
 Maré de 94, 201.
 Marey 11.
 Marvis 103.
 Maskelyne 103.
 Mattierte Verschlussflügel 63.
 Mattscheibe als Projektionsschirm 202.
 Maurich 126, 132.
 Maxwell 123.
 Mecchau 105.
 Mehrfache Belichtung eines Feldes 130.
 Mehrschichtiger Film 124.
 Mery 120, 121.
 Messter 20, 112, 147, 165, 189, 222, 224, 228.
 Meßvorrichtung 158.
 Metallprojektionsschirm 201.

Middleton 117.
 Mikrokineograph 101, 206.
 Mills 160.
 Moon 136.
 Moorhouse 88.
 Morand 32.
 Mortier 97, 98, 109.
 Moy 29, 30, 36, 84, 210.
 Müller 173.
 Muldviller 116.
 Munier 211.
 Murphy 197.
 Musger 97.
 Mutoskop 185.
 Mutoskop and Biograph Co. 46.
 Muybridge 8.

Nachbild 5.
 Nacet 137.
 Nachleuchtender Projektionsschirm 202.
 Nernstlicht 232.
 Netzwerk auf Projektionsschirm 203.
 Neue Photographische Ges. 120, 131.
 Newmann 34.
 Nicholas-Power Co. 22.
 Nitrozellulose 70.
 Nietzsche 24.
 Nocken zur Bandschaltung 41 ff. (siehe [Schläger]).
 Normalfilm 75.

Objektiv 151, 155.
 — für Farbbilder 126.
 —, bewegtes 174.
 Objektivansatz für große Brennweite 155.
 — für Stereoapparate 137, 139.
 Öffnungsverhältnis der Objektive 153.
 Optik 151 ff.
 — für Aufnahme 151.
 — für Vorführung 155. [13, 96 ff.
 Optischer Ausgleich der Bildwanderung

Packung der Films 74.
 Pahl 158.
 Palmer 88.
 Panoramakamera 212.
 Panoramastativkopf 209.
 Pantograph 120.
 Papierfilm 76.
 Papierschirm 200.
 Parallelepipedon zum optischen Ausgleich
 Pathés frères 196, 209. [100.
 Percy 212.
 Perforierung 73, 77.
 Periode, kritische 60.
 Perlantowand 201.
 Perspektive 136.
 Phaenakistiskop 6.
 Phasenverschiebung zwischen Bild und
 Phonograph 221. [Ton 221.
 Phosphoreszierende Projektionswand 202.
 Photomechanische Bildherstellung 78.
 Piatti dal Pozzo 43.
 Pink 33, 84.

Planetengeräte zur Bildjustierung 148.
 — zum Synchronisieren 223.
 Plastik 137.
 Platten, rechteckige 164, 170.
 —, runde 161, 175.
 Plattenwechselmaschine 185.
 Polyphos 181.
 Pomarède 221.
 Porceaux-Alix 214.
 Porschke 89.
 Prana-Licht-Ges. 202.
 Praxinoskop 97.
 Prepognot 39.
 Preßluft 87, 210.
 Prestwich 88.
 Prismen zum optischen Ausgleich 100, 101.
 — mit veränderlicher Kante 111.
 Prismenkranz 105.
 Projektion 191.
 Projektionsmutoskop 188.
 Projektionsschirm 200 ff.
 Proszynski 34, 210.
 Prouvot 88.
 Pseudostereoskopie 135.
 Punktirnadel 120.

Quartermaine 94.
 Quecksilberdampfgleichrichter 193.
 Quecksilberdampfampe 206.

Radiquet 26.
 Rahmen 215.
 Ralcigh 187, 190.
 Randverstärkung der Films 76.
 Raster 134.
 Rasterstereogramm 140.
 Rauchentwicklung 92.
 Rauchpanik 86, 95.
 Rauchschutz 93.
 Rauhen der Filme 72.
 Räumlich erscheinende Bilder 135.
 Rector 39.
 Redon de Colombier 124.
 Regelung der Lichtstärke durch Selen 198.
 Regenvorrichtung 94.
 Reibungskupplung der Schutzklappe 84.
 Reibungsscheibe 46 ff., 234.
 — mit verschiebbaren Schaltsegmenten 48.
 —, Regelung der Schaltweite 48.
 —, un stetig gedreht 49.
 Reichenbach 49.
 Reinhardt 78.
 Reinigen der Films 158.
 Reiniger, Gebbert & Schall 182.
 Reißen der Films 88.
 Reitzner 55.
 Reizschwankung 60.
 Reulos 55.
 Reynaud 97.
 Reklameapparate 173.
 Rentabilität der Kinotheater 4.
 — der Umformer 194.
 Ringe als Feuerschutz 90.

Robin 173.
 Roebuck 55.
 Rollbard 55.
 Rollen zum Feuerschutz 90.
 Rollmann 7.
 Röntgenkinematograph 181.
 Rosenberg 109.
 Rosenberger 174.
 Rossi 30, 37.
 Rotary Photographic Co. 109, 166.
 Rotationsgießmaschine 72.
 Rousset 173.
 Royston 134.
 Rundbilder 212.
 Salonkinematograph 165, 221.
 Sand als Lösmittel 94.
 Sanson 212.
 Saturator 195.
 Schablone zum Kolorieren 120.
 Schaltung, absatzweise 14.
 —, doppelt absatzweise 50.
 Scharfeinstellung der Linsen 153.
 Scherf 57.
 Schieberschluß 55.
 Schießbaumwolle 71.
 Schiller 89.
 Schläger 41 ff.
 —, Exzenterantrieb 43.
 —, regelbarer Hub 43.
 — mit Umlaufgetriebe 44.
 — mit zwei gegenläufigen Rollen 45.
 Schlitten für Films 169.
 Schlitzverschluß 55.
 Schlochauer 122.
 Schmidt 97.
 Schneckenfassung 153.
 Schneiden der Films 73.
 — der Schablonen 120.
 Schneider 54, 58, 97.
 Schoop 201.
 Schraubelinie, Bilder längs einer 165, 179.
 Schröder 141.
 Schrumpfen des Films 80, 120, 146.
 Schutzringe und -trommeln 92.
 Seaborn 74.
 Sébert 9.
 Seitenlicht, dessen Abhalten vom Projektionsschirm 203.
 Selenzelle 198. [tionsschirm 203.
 Signieren 74.
 Simpen 187.
 Simonau 54.
 Smith 63, 185.
 Snell 34.
 Soulier 72.
 Späth 116.
 Spiegel zum Ausgleich 96, 107, 108.
 Spielzeugkinematograph 56, 75, 161.
 Spiritusglühlicht 195.
 Stampfer 6.
 Stanley 88.
 Stativ 209.
 Stereomutoskop 187.

- Stereoskopie 135, 137.
 Stereoskopische Farbenbilder 142.
 Stevens 72.
 Stiftrad 15, 24, 26.
 —, durch Kulissee gesteuert 24.
 —, kraftschlüssig angetrieben 26.
 Storchnabel 120.
 Stotz 65, 192.
 Straube 20.
 Stroboskop 6.
 Stromanlagen 191.
 Stroud 98, 104.
 Synchronisation 220 ff.
 Synchronmotor 224.

T
 Taira 88.
 Tatham 88.
 Teilbilder 123, 125.
 Thaumatograph 230.
 Thermokauter 120.
 Thormeyer 225, 227.
 Thornton 73.
 Thurstone 110.
 Tollard 204.
 Tönnies 100.
 Trägerband für ungelochte Films 169.
 Transformator 193.
 Travis 39.
 Trickfilm 65, 210.
 Trocknen 216.
 Trommel zum Feuerschutz 92, 231.
 Trommelfilm 164, 178.
 Trommelgießmaschine 72.
 Türe siehe Fenster 67 ff.

Ü
 Übelmesser 21, 110.
 Überspannte Lampe 64, 196.
 Überzählige Verdunklung 62.
 Überzüge auf Films 94.
 — für Projektionswände 201.
 Uchatius 6.
 Ultrarapidkinematograph 209.
 Ulysse 127.
 Umformer 192.
 Umlaufgetriebe bei Maltesergesperre 20.
 — bei Schläger 44.
 — zum Bandjustieren 148.
 — zum Synchronisieren 223.
 Umwandlungsbilder 65.
 Unwickler 157.
 Ungelochter Film 169.
 Unger 49.
 Unschärfe, künstlerische 136.
 Unstetig gedrehte Reibungsscheibe 49.
 Unterrichtsapparate 196, 232.
 Urban 36, 175.

V
 Vautier-Dufour 155.
 Veifa-Werke 183.
 Verdunklung, überzählige 62.
 Vergrößerung 156.
 Verlängerungsstücke 78.
 Verschuß 51, 63.
 —, Flügel- 52.

 Verschuß, Kükens- 55.
 —, Lamellen- 55.
 —, Schieber- 56.
 — für Doppelapparate 116.
 Verschußlose Apparate 117.
 Verschmelzen von Reizen 59.
 Verstärkung der Filmränder 76.
 Vielkantspiegel 96.
 Vitograph 234.
 Voegelé 211.
 Vorratsspule 157.
 Vorsatzlinse 99, 154.
 Vorschaltwiderstand 191.

W
 Wagner 187.
 Walzenmikroskop 186.
 Wahlmann 111.
 Wand 200 ff.
 Wärmefilter 81.
 Wärmegitter 82.
 Wärmeschutzklappe 83.
 Warren 189, 190.
 Warschavsky 136.
 Wasserbeständiger Film 94.
 Wasserstoff 195.
 Watkins 207.
 Wechselstrom 191.
 Weinberg 139.
 Weiser 85.
 Werlich 58.
 Westinghouse-Cooper-Hewith Ges. 194.
 Wickelvorrichtung für Innentnahme 159.
 Wiener 142.
 Wirtschaftliche Bedeutung d. Kinotheater 3.
 Witte 124.
 Wolff 186, 187.

Z
 Zahl der Kinotheater 2.
 Zählwerk 158.
 Zahnkranz des Stiftrades, auswechselbar 28.
 Zaponlack 71.
 Zechmann 202.
 Zeiss-Wand 201.
 Zellit 70.
 Zelluloid 70.
 Zellulose 71.
 Zentrieren des Bandes 146.
 — der Optik 144.
 Zentrifugalfeuerschutzklappe 86.
 Zentrifugalregler 83.
 Zerlegung des Lichtes im Objektiv für
 Zerrbilder 211. [Farbbilder 127.
 Zersetzung, flammenlose des Zelluloides
 Zollinger 211. [92 ff.
 Zootrop 6, 175, 178.
 Zrenner 89, 92.
 Zuschauerschutz 95.
 Zwangsläufige Verbindung von Kinemato-
 graph und Phonograph 223.
 Zweifarbenverfahren 133.
 Zwillingsaufnahmeapparat 209.
 Zyklode 21.
 Zylinderlinse 102.