

**FRANZ PAUL
LIESEGANG**



**HANDBUCH
DER PRAKTISCHEN
KINEMATOGRAFIE**

Franz Paul Liesegang

Handbuch der praktischen Kinematographie

EAN 8596547072744

DigiCat, 2022

Contact: DigiCat@okpublishing.info



INHALTSVERZEICHNIS

[Vorwort zur ersten Auflage.](#)

[Vorwort zur zweiten Auflage.](#)

[Wesen und Wirkungsweise des Kinematographen.](#)

[Der Kinematographen-Film.](#)

[Der Lichtbilder-Apparat.](#)

[Der Bewegungsmechanismus.](#)

[Allgemeine Anordnung.](#)

[Ruckweise bewegte Zahntrommel \(Malteserkreuz\).](#)

[Der Schläger.](#)

[Der Greifer.](#)

[Der Klemmzug \(Nockenapparat\).](#)

[Auswahl der Systeme.](#)

[Die Türe.](#)

[Die Blende.](#)

[Das Kinematographen-Werk.](#)

[Allgemeine Anordnung.](#)

[Der Vorschub des Filmbandes.](#)

[Die Aufrollvorrichtung.](#)

[Filmspule und feuersichere Trommel.](#)

[Vorrichtungen zum Nachstellen des Filmbildes.](#)

[Die Schonung des Filmbandes im Mechanismus.](#)

[Selbsttätige Feuerschutz-Vorrichtungen.](#)

[Das Antriebswerk.](#)

[Ausführung des Kinematograph-Mechanismus und Auswahl.](#)

[Das Geräusch des Kinematograph-Mechanismus.](#)

[Verbindung des Werkes mit dem Projektionsapparat.](#)

Das Kühlgefäß.

Wärmeschutz durch Gitter.

Die optische Ausrüstung.

Der Kondensator.

Das Objektiv.

Die Brennweite und ihre Bestimmung.

Objektiv, Distanz und Bildgröße.

Große Lichtbilder auf kurze Distanz.

Die Anpassung des Objektivs an den Apparat.

Auswechselbare Objektive verschiedener Brennweiten.

Objektiv-Formeln.

Tabellen für Brennweite, Distanz und Bildgröße.

Die Lichteinrichtungen.

Das elektrische Bogenlicht.

Gleichstrom und Wechselstrom.

Spannung, Stromstärke und Widerstand.

Der Transformator.

Der Umformer.

Der Quecksilberdampf-Gleichrichter.

Lichtmaschinen.

Die Bogenlampe.

Der Widerstand.

Zuleitung und Sicherung.

Die Schalttafel.

Stromstärke und Helligkeit.

Die Kohlenstifte.

Handhabung der Bogenlampe.

Das Kalklicht.

Die Stahlflasche.

Das Druckreduzierventil.
Inhaltsmesser und Inhaltsbestimmung.
Der Kalklichtbrenner.
Die Kalkstifte und Kalkscheiben.
Das Arbeiten mit Leuchtgas und komprimiertem Sauerstoff.
Anwendung von komprimiertem Wasserstoff.
Das Arbeiten mit dem Gasator.
Das Arbeiten mit dem Äthersaturator.
Fehlerhafte Erscheinungen beim Äthersaturator.
Die Darstellung von Azetylen-Kalklicht.
Retorte zur Selbsterstellung von Sauerstoff.
Das Waschgefäß.
Material zur Sauerstoffentwicklung.
Die Selbstbereitung von Sauerstoff.
Der Sauerstoff-Generator.
Herstellung und Verwendung von Braunsteinkuchen.
Sauerstoff-Gasometer mit Tauchglocke.
Wasserdruck-Gasometer.
Die Selbstbereitung von Wasserstoff.
Die Darstellung des Kalklichtes bei Anwendung von
Gasometer oder Gassack.
Die Einstellung der Lichtquelle.
Ausrüstungs-Gegenstände und Aufstellung des Apparates.
Das Stativ.
Die Projektionswand.
Der dunkle Raum.
Projektion bei Tageslicht.
Aufstellung des Apparates und Anordnung der
Zuschauerplätze.
Die Vervollständigung der Ausrüstung.

Das Arbeiten mit dem Kinematograph.
Handhabung des Mechanismus.
Aufrollen und Umrollen des Filmbandes.
Verwendung endloser Films.
Das Flimmern und Mittel zur Behebung bzw. Minderung des Übels.
Das Flickern.
Die Projektion stehender Lichtbilder.
Die Behandlung und Pflege der Films.
Das Verkleben und Ausbessern der Films.
Die Instandhaltung des Mechanismus.
Über die Feuergefahr bei kinematographischen Vorführungen.
Vorführung und Programm.
Verbindung von Kinematograph und Sprechmaschine.
Fehlerhafte Erscheinungen beim Arbeiten mit dem Kinematograph.
Die Herstellung kinematographischer Aufnahmen.
Der Aufnahme-Apparat.
Das Stativ.
Aufnahme-Film, Perforier-Maschine und Messvorrichtung.
Die Handhabung des Aufnahme-Apparates.
Die Aufnahme.
Aufnahme-Vorrichtungen für besondere Zwecke.
Hilfsmittel zur Entwicklung der Films.
Der Entwickler.
Das Entwickeln der Films.
Fertigmachen des Negativs.
Fehlerhafte Erscheinungen.
Der Kopier-Apparat und das Kopieren der Films.

Fertigmachen der Positivfilms.
Alphabetisches Inhaltsverzeichnis.

Vorwort zur ersten Auflage.

Inhaltsverzeichnis

Ich will hier nicht die Frage erörtern, wie groß die Lücke ist, die dies Buch etwa auszufüllen berufen sein möchte. Ob ein Bedürfnis für eine solche Schrift vorhanden ist, das zu entscheiden, muß ich füglich der Nachfrage überlassen.

Veranlaßt wurde ich zur Niederschrift durch vielfache Beschäftigung mit Kinematographen, wozu ich als Mitarbeiter einer Firma, die auf diesem Gebiete tätig ist, reichliche Gelegenheit fand. Ferner durch die Beobachtung, daß so viele in der einen oder andern Sache nicht recht Bescheid wissen, namentlich wenn es sich um die Optik handelt. Und das ist ja schließlich kein Wunder. Wem von allen denen, die sich mit kinematographischen Vorführungen befassen, bietet sich die Möglichkeit, in allen Fällen Belehrung von Mund zu Mund und an Hand des Apparates zu erhalten! Wie mancher ist völlig auf schriftliche oder gedruckte Mitteilungen angewiesen! — Ihnen sei dies Buch in erster Linie gewidmet. Wenn auch andere hie und da Rat darin suchen, so ist sein Zweck völlig erfüllt.

Ich weiß, der eine oder andere wird vermeinen, daß ich pro domo schreibe. Wer die Werke meines seligen Vaters, meines Bruders und meine eigenen früheren Schriften kennt, weiß, daß solches nicht die Art unseres Hauses ist, und wird dies Bedenken nicht teilen.

Ein Vorwurf wird mir aber vielleicht nicht erspart bleiben: daß nämlich einige wichtige Abschnitte fehlen. Man wird mir vorwerfen, daß ich nichts über die Anwendungen dieser

Kunst gesagt habe, nichts über die stereoskopische und Dreifarben-Kinematographie, nichts über die vielerlei bemerkenswerten Arbeiten, die sonst auf diesem Gebiete zu verzeichnen sind. Vermissen wird man insbesondere auch ein Kapitel über die Geschichte des Kinematographen. — All' das, denke ich, geht über den Rahmen dieses Buches hinaus, das ja lediglich eine praktische Anleitung bieten soll. Doch mag ich jene interessanten Abschnitte nicht vernachlässigt wissen: sie sollen mir Gegenstand einer besonderen Arbeit sein.[\[A\]](#)

Düsseldorf, August 1907.

Der Verfasser.

[\[A\]](#) Eine kleine Schrift, die das Gesamtgebiet der Kinematographie kurz behandelt, ist inzwischen erschienen (vgl. die Anzeige Seite [323](#)).

Vorwort zur zweiten Auflage.

[Inhaltsverzeichnis](#)

Die vorliegende zweite Auflage hat eine starke Bearbeitung durchgemacht. Es sind zwar seit der ersten Ausgabe nicht mehr als knapp 2¹/₂ Jahre verflossen; doch wurden in dieser Zeit die praktischen Erfahrungen um ein gut Teil bereichert. Namentlich handelt es sich dabei um kleine Einzelheiten, die an sich wenig hervorstechen, aber für die Praxis von Wichtigkeit sind. Mancherlei Anregung zu Ergänzungen erhielt ich durch willkommene Anfragen von Lesern des Buches. Die allgemeine Anordnung und Art der Abfassung habe ich beibehalten, da sie den Beurteilungen nach den Zweck zu erfüllen scheinen.

Düsseldorf, Januar 1911.

Der Verfasser.

Wesen und Wirkungsweise des Kinematographen.

Inhaltsverzeichnis

Wie kommen die lebenden Bilder zustande? — Es wird dazu eine große, ununterbrochene Reihe von Momentaufnahmen hintereinander gemacht; der photographische Apparat schießt sozusagen wie ein Schnellfeuergeschütz los, ohne eine Pause zu machen. Die dadurch gewonnenen Bilder werden dann ebenso schnell dem Auge vorgeführt und geben ihm die Anschauung des »lebenden« Bildes, das alle Bewegungen der Szene getreulich wiedergibt. Zur Vorführung eignet sich besonders die Projektion auf einen großen Schirm; denn hier können viele Personen auf einmal das stark vergrößerte Lichtbild betrachten.

Wenn man sich nun den Apparat ansieht, welcher die Aufnahmen macht, und den Vorgang des Photographierens verfolgt, so wird man wahrnehmen, daß doch zwischen den einzelnen Momentaufnahmen immer eine kleine Pause liegt. Die Aufnahmen werden nämlich wie beim Kodak hintereinander auf einen lichtempfindlichen Film gemacht, der hier sehr lang und schmal ist. Dieses Filmband befindet sich auf einer Rolle, bewegt sich hinter dem Objektiv her und wird dann auf eine zweite Rolle aufgewickelt. Zu jeder Aufnahme wird die Bewegung des Filmstreifens unterbrochen; er bleibt einen Augenblick (nur einen Bruchteil einer Sekunde) stehen, wird rasch belichtet und dann stets um ein solches Stückchen weitergezogen, daß

sich ein Bild genau an das andere reiht. So bekommen wir auf dem Filmbande viele Hunderte, ja Tausende von kleinen Bildern.

Die Weiterbewegung des Film von einer Aufnahme zur andern, wenn sie auch noch so rasch geschieht, nimmt nun immer eine gewisse Zeit in Anspruch, und was jedesmal innerhalb dieser Zeit passiert, wird nicht photographiert. Die bewegte Szene, welche wir kinematographisch aufnehmen, wird daher nur sprungweise in einer Reihe von Einzel-Momenten festgehalten.

Bei der Wiedergabe der kinematographischen Aufnahme haben wir demgemäß auf dem Projektionsschirm in Wirklichkeit keine ununterbrochen fortgesetzte Szene, sondern nur eine große Reihe von Einzelbildern dieser Szene, die rasch nacheinander gezeigt werden. Der Film wird auch bei der Projektion sprungweise weiterbewegt; jedes Bild wird einzeln als Lichtbild auf den Schirm geworfen, steht einen geringen Bruchteil einer Sekunde still, um sofort dem nächsten Bilde Platz zu machen.

Und doch sehen wir nicht die Hunderte oder Tausende von Einzelbildern jedes für sich, sondern nur ein einziges Bild: Die Bewegung der Szene, die in Wirklichkeit sprungweise vorrückt, erscheint uns ununterbrochen, in sich geschlossen, so wie wir sie in der Natur wahrnehmen.

Wie ist das zu erklären? — Die Erklärung dafür ist in einer Eigenschaft, man kann auch sagen einer Unvollkommenheit unseres Auges zu suchen. Wenn das Auge einen Eindruck aufnimmt, wenn z.B. plötzlich ein Gegenstand vor uns auftaucht, so dauert es eine gewisse Zeit, bis uns die Wahrnehmung des Gegenstandes zum Bewußtsein gelangt.

Wissenschaftlichen Untersuchungen zufolge vergeht darüber $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{2}$ Sekunde. Ebenso läßt das Auge einen Eindruck, welchen es empfangen hat, nicht sofort wieder fahren; er bleibt eine kurze Zeit, wenn auch nur einen Bruchteil einer Sekunde, haften. Bewegt man z.B. im Dunkeln ein glimmendes Streichholz durch die Luft, so sieht man bei langsamer Bewegung einen sich weiterbewegenden leuchtenden Punkt; bei rascher Bewegung des Streichholzes aber sehen wir einen feurigen Streifen: unser Auge kann dann die verschiedenen Eindrücke, die es so schnell nacheinander empfängt, nicht mehr auseinander halten. So erscheint uns auch der Blitz und der gewöhnliche elektrische Funke, der doch von einer Stelle zur andern überspringt, als ein einziges Band. Die Gesichtseindrücke brauchen nur hinreichend schnell aufeinander zu folgen, dann vermögen wir sie nicht mehr zu unterscheiden, und sie »verschwimmen« ineinander.

Noch ein Beispiel! Bewegt man die Finger der ausgespreizten Hand nahe vor dem Auge sehr rasch hin und her und blickt dabei auf die belebte Straße, so nimmt man alles wahr wie sonst; wir bemerken garnicht, daß unser Auge jetzt nur stoßweise von draußen Eindrücke empfängt, wir sehen keine Unterbrechungen in den Bewegungen der Menschen und Wagen, wie sie doch tatsächlich durch das regelmäßige »Abblenden« der Finger hervorgerufen werden. Nicht anders ist es bei der Vorführung des Kinematographen. Auch hier bekommen wir durch Vermittlung der Photographie stoßweise zu sehen, was draußen während der Aufnahme vorging; ist dabei die Aufeinanderfolge der Bilder hinreichend schnell, so kann

unser Auge die einzelnen Bilder nicht mehr unterscheiden, sie verschwimmen ineinander und die Bewegung im Bilde wird »flüssig« wie in der Natur. Also auf einer Täuschung des Auges beruht dieser wunderbare Effekt der lebenden Lichtbilder. Wie schnell muß nun die Weiterbewegung des Filmbandes sein, damit das Auge einen einheitlichen, ununterbrochenen Eindruck erhält? — Da sagt die Erfahrung: man muß in der Sekunde 15 bis 20 Bilder zeigen. Es wird also von dem Apparat eine ziemliche Leistung verlangt. Ebenso schnell wie die Vorführung muß natürlich die photographische Aufnahme vor sich gehen, sonst wird die Bewegung unwahr. Wenn man beim Photographieren z.B. nur 10 Bilder in der Sekunde machte und nachher bei der Projektion 20 Bilder in der Sekunde zeigte, so würde jede Bewegung in doppelter Geschwindigkeit erscheinen, ein gehender Mann würde laufen. In Kinematographen-Theatern wird dieser Fehler zuweilen gemacht.

Sowohl bei der kinematographischen Aufnahme wie beim Projektionsverfahren ist das Bemerkenswerteste der Bewegungs-Mechanismus. Der Aufnahme-Apparat an sich entspricht der gewöhnlichen photographischen Kamera: es ist ein lichtdichter Kasten, vorne mit Objektiv versehen. An der Hinterseite, der Linse gegenüber, läuft das Filmband und wickelt sich von einer Rolle zur zweiten ab; eine drehbare Verschußblende, die im Einklange mit dem in den Kasten eingebauten Bewegungs-Mechanismus arbeitet, öffnet und schließt abwechselnd das Objektiv. Die Projektions-Einrichtung andererseits besteht wie jeder Lichtbilder-Apparat aus einem Gehäuse mit der Lichtquelle, die hier sehr hell sein muß, dem Beleuchtungslinsen-System (Kondensor) und

dem Objektiv; der Bewegungs-Mechanismus ist vor dem Kondensator derart angebracht, daß das Filmbildchen gleichmäßig beleuchtet wird. Auch hier sorgt eine Verschlussblende dafür, daß während der Weiterbewegung des Filmbandes das Licht abgesperrt wird.

In beiden Fällen ist die Aufgabe des Bewegungs-Mechanismus dieselbe: er soll das Filmband ruckweise um ein immer gleiches kleines Stückchen durch den Apparat ziehen und dabei soll der Film an der Stelle, wo das Licht auftrifft, 15 bis 20 mal in der Sekunde einen Moment ruhig stehen bleiben. Es liegt daher nahe, denselben Mechanismus sowohl bei der photographischen Aufnahme wie beim Projizieren zu benutzen, und man hat auch Apparate gebaut, bei denen die beiderseitige Verwendung vorgesehen ist. Aber diese Kombination ist nicht empfehlenswert; denn ein guter, zweckmäßig konstruierter Aufnahme-Mechanismus liefert uns, in den Projektions-Apparat eingesetzt, keineswegs eine ideale Wiedergabe der Bilder. Die Anforderungen an den Bewegungs-Mechanismus sind nämlich in beiden Fällen verschieden, und sie sind namentlich sehr hoch bei der Projektion. Im photographischen Apparat, also bei der Aufnahme, hat der Mechanismus nur dafür zu sorgen, daß das Filmband ruckweise durchgeführt und gleichmäßig belichtet wird; bei der Projektion ist es damit nicht getan: die Wiedergabe der lebenden Bilder soll vor allem auch unserem Auge gefallen, und unser Auge ist kritisch.

Wer hat nicht schon bei der Vorführung mit dem Kinematograph ein gewisses »Flimmern« des Lichtbildes

wahrgenommen! Woher rührt dieses Flimmern und wie ist es zu vermeiden?

Wir haben uns vorher klar gemacht, wie die lebenden Lichtbilder entstehen, und gefunden, daß unser Auge sich etwas vortäuschen läßt. Es wird da eine große Reihe von Bildern rasch nacheinander vorgeführt; jedes Bild bleibt einen Moment stehen und wird dann gegen das nächste gewechselt. Jedesmal nun, wenn der Filmstreifen um ein Bild weitergezogen wird, tritt die Verschußblende in Tätigkeit und macht den Projektionsschirm dunkel; denn das Weiterrutschen des Filmbandes muß ja unserem Auge verborgen bleiben. Nach jedem Bilde gibt es also eine kurze, dunkle Pause. Aber unser Auge, wenn es sich auch täuschen läßt und statt der sprungweise sich folgenden Einzelbilder ein einziges Bild mit ununterbrochener Bewegung zu sehen glaubt, merkt doch, daß etwas nicht in Ordnung ist, daß etwas dabei anders ist als beim Schauen in der Natur: es nimmt den Wechsel zwischen Hell und Dunkel wahr, es sagt uns: »das Bild flimmert«.

Wer vorher, als wir darüber sprachen, das Experiment mit den Fingern gemacht hat, wird ein gleiches Flimmern beobachtet haben. Machen wir es nun nochmals, bewegen wir die Finger der ausgespreizten Hand nahe vor dem Auge hin und her, zuerst langsam und dann schneller! Da sehen wir: bei langsamer Bewegung ist das Flimmern sehr unangenehm, je schneller aber die Bewegung wird, desto weniger stört es. Da haben wir's: wir müssen den Apparat einfach rascher drehen! Und gewiß, wenn Sie es jetzt probieren könnten, würden Sie sehen, daß das Flimmern dadurch schwächer wird. Das ist tatsächlich ein einfaches

Aushilfsmittel, um einen stark flimmernden Kinematograph ruhiger zu machen. Aber dies Mittel hat einen bösen Nachteil: die Bewegungen im Bilde werden unnatürlich rasch, wirken überstürzt und außerdem ist die Vorführung viel schneller zu Ende. Wenn man da abhelfen wollte, müßte auch die kinematographische Aufnahme entsprechend schneller gemacht werden; statt 15 bis 20 Bilder müßten wir 40 oder mehr Bilder in der Sekunde aufnehmen. Das geht wohl, doch dann wird das Filmband zwei- oder noch mehrmal so lang, und wohin sollen wir da kommen, wenn die ohnehin so langen Films noch um ein solches Maß verlängert werden müßten.

Es ist also auf andere Weise eine Beseitigung oder wenigstens Verminderung des Flimmerns anzustreben. Und die läßt sich erreichen durch entsprechende Konstruktion des Bewegungs-Mechanismus. Darauf bringt eine einfache Ueberlegung. Nehmen wir an, es würden 15 Bilder in der Sekunde gezeigt; wir wissen, daß jedes der Bilder eine kurze Zeit stehen bleibt und dann weiterbewegt wird. Für Ruhestellung und Weiterbewegung zusammen steht mithin auf jedes einzelne Bild die Zeit von $\frac{1}{15}$ Sekunde zur Verfügung. Wenn wir nun ferner annehmen, daß der Apparat zur Weiterbewegung des Bildes ebensoviel Zeit braucht, wie er dem Bilde zur Ruhe gönnt, so bekommen wir auf dem Projektionsschirm einen gleichmäßigen Wechsel von Hell und Dunkel: jedes Lichtbild steht $\frac{1}{30}$ Sekunde und dann folgt ihm eine ebenso lange dunkle Pause.

Bei einem Apparat, der in diesem »Tempo« arbeitet, wird man ein starkes Flimmern wahrnehmen. — »Warum«, höre ich Sie sagen, »macht man denn die dunklen Pausen nicht

kürzer?« — Gewiß, in dieser Frage liegt auch erfahrungsgemäß die Lösung der Aufgabe, das Flimmern zu verringern; der Apparat muß die Bilder möglichst rasch wechseln, dann werden die dunklen Pausen recht kurz und jedes Bild kann entsprechend länger stehen bleiben. Wir nahmen an, daß für Ruhestellung und Bildwechsel zusammen $\frac{1}{15}$ Sekunde zur Verfügung stände. Wenn nun z.B. der Apparat statt der Hälfte dieser Zeit nur $\frac{1}{5}$ derselben zum Wechseln des Bildes braucht, so bleiben $\frac{4}{5}$ davon für die Ruhestellung des Bildes übrig; der Wechselvorgang nimmt dann immer nur $\frac{1}{75}$ Sekunde in Anspruch, während jedes Bild etwa $\frac{1}{19}$ Sekunde stehen bleibt. Bei solchem Tempo wird das Flimmern schon bedeutend geringer; es ist augenscheinlich, daß man das Flimmern noch weiter verringern kann, indem man den Apparat noch schneller wechseln läßt.

Noch eins ist zu bedenken. Der Vorgang des Wechsels wird durch eine Blende verdeckt. Im Moment, wo der Wechselvorgang beginnt, muß die Blende aber schon das Bild verschlossen haben und sie darf erst wieder öffnen, nachdem die Wechslung beendet ist. Es liegt auf der Hand, daß die Blende sowohl zum Schließen wie auch zum Öffnen eine gewisse Zeit braucht, und diese beiden Zeiten bedeuten für uns einen Verlust, sie verlängern die dunkle Pause. Man muß daher bestrebt sein, die Abblendevorrichtung so zu gestalten, daß sie zum Schließen und Öffnen möglichst wenig Zeit braucht.

Wenn also der Konstrukteur einen »flimmerfreien« Apparat bauen will, so muß er ihn nach diesen Gesichtspunkten ausarbeiten. Er wird naturgemäß

versuchen, den Wechsel der Bilder möglichst schnell zu machen und damit die dunkle Pause, welche den eigentlichen Anlaß zum Flimmern gibt, soweit es geht, zu verkürzen. Aber andere Fehler setzen ihm darin bald eine Grenze: je stärker er das »Tempo« macht, desto größer werden die Schwierigkeiten, diese neuen Fehler zu überwinden.

Da ist zunächst das »Vibriieren« des Bildes. Jeder, der öfters bei kinematographischen Vorführungen Zuschauer war, wird wohl schon ein mehr oder minder starkes Vibrieren bemerkt haben: das Lichtbild, anstatt ruhig zu stehen, tanzt auf und ab. Dieser Übelstand würde nicht auftreten, wenn der Apparat absolut exakt wechselte, wenn also jedes Bild genau an die Stelle des vorhergehenden Bildes gebracht würde. Nun muß man bedenken, der Bildwechsel wird dadurch bewirkt, daß das Filmband einen plötzlichen Ruck erhält; bei dieser stoßweisen Vorwärtsbewegung wird aber der Film das Bestreben haben, ein Stückchen weiter zu fliegen als er soll, und wenn man keine Vorkehrungen dagegen treffen würde, so wäre ein wildes Auf- und Abspringen des Bildes die Folge. Um da Abhilfe zu schaffen, muß man den Film bei der raschen Vorwärtsbewegung bremsen, und dies geschieht durch Federn, welche auf das Filmband drücken und es an der Stelle, wo das Licht den Film kreuzt, festklemmen. Es ist aber leicht ersichtlich, daß es um so schwerer sein wird, völlige Abhilfe für das Vibrieren zu schaffen, je stärker der Ruck ist, je rascher also der Apparat wechselt.

Das Vibrieren kann auch die Folge einer mangelhaften Ausführung des Apparates sein, indem Teile des

Bewegungs-Mechanismus »Spiel« haben. Man muß natürlich einen Apparat exakter Ausführung verlangen; aber das ist nicht genug: das Werk muß auch dauerhaft gebaut sein, damit es selbst bei langem Gebrauch nicht ausleiert. Und dabei ist wieder zu bedenken, daß die Beanspruchung des Bewegungs-Mechanismus stärker wird, wenn man ihn, um das Flimmern zu vermeiden, in rascherem »Tempo« arbeiten läßt.

Von größter Wichtigkeit für den Besitzer des Kinematographen ist aber die Schonung des Filmbandes. Es gilt davon dasselbe wie vom Mechanismus: die Beanspruchung wächst mit dem Tempo. Der Film wird nicht nur mit ungeheurer Geschwindigkeit vorwärtsgerissen, sondern auch noch, um das Vibrieren zu vermeiden, gehemmt, wodurch der Ruck bei der Weiterbewegung umso kräftiger wird. Der Konstrukteur, welcher das Flimmern auf das Mindestmaß bringen will, hat also auch noch die Aufgabe zu lösen, das Filmband so zu führen, daß es im Bewegungs-Mechanismus keinerlei Beschädigungen erleidet.

Auf Grund der Erfahrungen, die im Laufe der Jahre im Bau von Kinematographen gesammelt wurden, ist man heute in der Lage, Apparate herzustellen, die allen diesen Anforderungen in hohem Maße gerecht werden. Eine durchaus befriedigende Vorführung läßt sich aber nur mit tadellosen Films erzielen. Zuweilen sieht man auf der Projektionswand ein heftiges »Flickern« und »Regnen«, namentlich in den hellen Teilen des Bildes, wie im Himmel. Diese üble Erscheinung, die oft mit dem vorher besprochenen Flimmern verwechselt wird, rührt von Kratzen

und Schrammen im Film sowie von Löchern in der Bildschicht her. Auch das Tanzen des Lichtbildes kann durch den Film verursacht werden, sei es, daß die Perforation ausgeleiert ist oder daß die Bilder beim Aufnehmen oder Kopieren nicht in genau gleichmäßiger Folge, mit genau gleichen Abständen, aufgetragen sind. Gegen solche Fehler vermag der beste Apparat nicht zu helfen.

Bevor ich Sie nun in die Werkstätte führe, um Ihnen die Konstruktion des Kinematographen in ihren Einzelheiten zu zeigen, wollen wir uns das Filmband näher ansehen.

Der Kinematographen-Film.

[Inhaltsverzeichnis](#)

Der Kinematographen-Film, wie er zur Projektionsvorführung dient, ist ein langer, schmaler Zelluloidstreifen, welcher mit der photographischen Bildschicht versehen ist. Darauf befinden sich die Bilder, und zwar steht immer eines unmittelbar über dem andern. Für die Breite des Filmbandes und die Größe der Bilder darauf sind jetzt allgemein die Maße eingeführt, die Edison bei seinem Kinetoskop benutzte: der Film ist 35mm breit, die Bilder darauf 25mm breit und 19mm hoch.



Fig. 1. Kinematographen-Film.

Auf ein Meter Film kommen also über 50 Bilder, auf ein 20 Meter langes Band über 1000 Bilder, und da in der Sekunde 15 bis 20 Bilder gezeigt werden, so dauert die Vorführung eines solchen Bandes im Durchschnitt etwa eine Minute. Films von mehreren hundert Meter Länge sind heutzutage nichts Besonderes mehr.

Der ungefähr $\frac{1}{2}$ cm breite Rand, welcher rechts und links von den Bildern bleibt, ist in regelmäßiger Folge mit Löchern

versehen, man sagt: »perforiert«, und zwar so, daß auf jedes Bild beiderseits 4 Löcher kommen. Diese »Perforation« ist für die Weiterbewegung des Bandes von großer Bedeutung. Die Trommeln, über welche der Film läuft, werden nämlich am Rande mit Zähnen ausgerüstet, die in die Löcher eingreifen, und das Filmband erhält dadurch eine gleichmäßige, sichere Führung. Wie wir schon vorher überlegt haben, muß die ruckweise Weiterbewegung des Filmbandes mit größter Genauigkeit vor sich gehen; denn sonst hat sie ein Auf- und Abspringen oder Tanzen des Bildes zur Folge. Hier ein Beispiel. Nehmen wir an, das Bild würde in Größe von $2 \times 2\frac{1}{2}$ Metern projiziert — wir haben dann eine 100fache Vergrößerung. Wenn nun beim Wechseln der Film nur um $\frac{1}{5}$ Millimeter zu wenig oder zu viel weiterbewegt wird, so kommt dieser Fehler auf dem Schirm ebenfalls in 100 facher Vergrößerung zum Vorschein; das Bild, welches nach erfolgter Wechslung projiziert wird, verschiebt sich also gegen das vorhergehende um 2 Zentimeter. Wenn wir ein 4×5 Meter großes Lichtbild herstellen und der Fehler bei der Weiterbewegung gar $\frac{1}{2}$ Millimeter beträgt, so würde das Bild auf dem Projektionsschirm um 10 Zentimeter springen.

Die Genauigkeit der Bildwechslung, deren Notwendigkeit sich an diesen Beispielen ermessen läßt, wird durch die Perforation wesentlich erleichtert; ja ohne die Perforation würde es kaum möglich sein, ein hinreichend exaktes Arbeiten zu erreichen. Man muß nämlich in Rechnung ziehen, daß das Filmband Witterungseinflüssen unterworfen ist und mit Veränderungen im Feuchtigkeitsgehalt der Luft länger bzw. kürzer wird, daß ferner auch das Metall des

Bewegungs-Mechanismus bei Temperaturveränderungen sich ausdehnt oder zusammenzieht. Diese Abweichungen, so gering sie auch sein mögen, müßten unbedingt Fehler hervorrufen, wenn sie nicht durch die bei jedem Bilde regelmäßig wiederkehrende Lochung ausgeglichen würden. Es kommt noch dazu, daß die Bildhöhe bei Films verschiedener Fabrikate nicht absolut gleich ist; der Unterschied ist zwar oft bei oberflächlicher Betrachtung kaum zu sehen, er zeigt sich aber, wenn man ein längeres Stück von zwei verschiedenen Films gegeneinander hält, indem sich die Löcher dann nach und nach gegeneinander verschieben. Auch hier schafft die Perforation einen Ausgleich; sie macht es möglich, solch verschiedene Films mit einem und demselben Apparat tadellos vorzuführen.

Die Form der Löcher, welche früher bei verschiedenen Fabrikaten abweichend war, ist jetzt durchweg eine einheitliche geworden, und zwar stellt sie ein längliches Viereck mit abgerundeten Ecken dar.

Wenn man einen Kinematographen-Film in die Hand nimmt, wird man leicht die Schichtseite, welche die photographischen Bilder enthält, erkennen. Diese Seite muß besonders geschont und gegen Verkratzen geschützt werden. Das Zelluloid, woraus der Film besteht, ist ferner sehr leicht entzündlich und verbrennt mit großer Heftigkeit; man muß deshalb entsprechende Vorsicht walten lassen. Es wird jetzt indessen auch schwer brennbares Filmmaterial hergestellt, bei dem die Brandgefahr fortfällt.

Kinematographen-Films werden heute in großem Maßstabe fabrikmäßig hergestellt und es ist staunenswert, welche Auswahl an Sujets da geboten wird. Wer die

Vorführung von lebenden Lichtbildern unternimmt, braucht sich daher nicht notwendigerweise mit der Herstellung kinematographischer Aufnahmen zu befassen, es sei denn, daß er Wert darauf legt, eigene zu bringen. Wie die Films angefertigt werden, wird weiter unten beschrieben — zunächst wollen wir uns den Vorführungsapparat ansehen.

Der Lichtbilder-Apparat.

[Inhaltsverzeichnis](#)

Zur Vorführung der lebenden Lichtbilder gehören ein Lichtbilder-Apparat und der Bewegungs-Mechanismus; man nennt letzteren, oft auch die ganze Einrichtung, kurzweg Kinematograph. Der Projektions- oder Lichtbilder-Apparat ist an sich nichts anderes als eine Laterna Magika; die Wissenschaft hat aber aus diesem alten Kinderspielzeug ein vollkommenes und äußerst wertvolles Instrument gemacht, das heute in Hunderten von Lehranstalten und bei Tausenden von Vorträgen dazu benutzt wird, photographische Glasbilder in starker Vergrößerung als Lichtbilder auf eine weiße Wand zu werfen. Von dem Werte dieser Vorführungen kann man sich erst einen richtigen Begriff machen, wenn man einmal gesehen hat, wie ein großer Saal voll Menschen die riesigen, hell leuchtenden Bilder betrachtet und gleichzeitig den Erklärungen des Vortragenden lauscht.

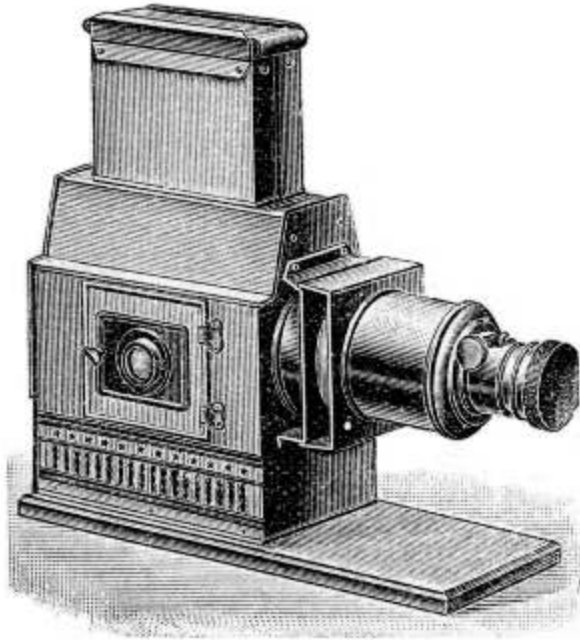


Fig. 2. Lichtbilder-Apparat.

Wie sieht nun ein solcher Lichtbilder-Apparat aus? Was man von außen daran sieht, ist recht einfach: es ist ein Lampenkasten oder »Gehäuse«, an der Seite mit einer Türe, hinten mit einer Klappe versehen und oben mit einem Kaminaufsatz; vorne ist ein Metallrohr, woran ein zweites kleineres Rohr steckt und zwischen Gehäuse und dem ersten Rohr ein breiter Schlitz, das ist »Bühne«, worein die Bilder geschoben werden. Die Hauptsache aber steckt im Innern, und wenn wir den Apparat öffnen, so sehen wir im Gehäuse zunächst eine hellbrennende Lampe. Das kann eine elektrische Lampe sein, oder eine Kalklichtlampe, eine Azetylenlampe, eine Gas- oder Spiritus-Glühlichtlampe oder auch eine Petroleumlampe. Alle diese Lichtarten werden im Projektionsapparat verwendet, aber sie sind nicht alle gleich gut. Am besten ist ein recht helles Licht, und da steht oben das elektrische Bogenlicht, dann kommt das Kalklicht, in dritter Linie das Azetylenlicht. Gas- und Spiritus-

Glühlicht sowie Petroleumlicht kommen zuletzt und sind zu Vorführungen in größeren Räumen nicht mehr hell genug.

Diese Lampen werden wir später noch genauer betrachten; aber was gibt es im Apparat weiter zu sehen? Fangen wir an bei dem vorderen, kleinen Rohrstück. Es enthält zwei Paar Linsen, von denen eines verkittet ist, während das andere Paar durch einen schmalen Ring getrennt ist. Diese Linsenzusammenstellung bildet einen wichtigen Bestandteil des Apparates: sie dirigiert die Lichtstrahlen derart, daß auf der Wand das Lichtbild entsteht. Ein Zahntrieb am Rohrstück dient dazu, das Bild scharf einzustellen. Während von der Lichtquelle die Helligkeit des Lichtbildes abhängt, wird durch die Beschaffenheit dieses Linsensystems, das man »Objektiv« nennt, die Schärfe des Bildes bedingt.

Ein weiteres Linsenpaar, Kondensor genannt, befindet sich vorne im Gehäuse; es sind zwei große, gewölbte Linsen, die in eine Messingfassung verschraubt sind. Diese dienen dazu, möglichst viele Strahlen der Lichtquelle aufzufangen und durch das Glasbild, welches projiziert werden soll, zur »Verarbeitung« ins Objektiv zu schicken.

Die Abbildung (Fig.3) zeigt schematisch die Anordnung des Lichtbilderapparates. L ist die Lichtquelle, C der Kondensor, B das Glasbild und O das Objektiv. R und S sind zwei Rohrstücke, welche sich übereinander schieben. Diese Rohrstücke können aber auch fortfallen, wenn man das Objektiv durch einen Träger T befestigt, wie er in der Figur durch punktierte Linien angedeutet ist; in diesem Falle bleibt zwischen Gehäuse und Objektiv ein freier Raum.

Photographische Glasbilder gibt's im Handel in großer Auswahl; ja man bekommt käuflich und leihweise zusammengestellte Serien von solchen Bildern mit ausgearbeiteten Vortragstexten aus allen Wissenschaftsgebieten. Leider ist es zu keinem Einheitsmaß für diese Glasbilder gekommen; es gibt solche in der Größe $8\frac{1}{4}\times 8\frac{1}{4}$ cm und $8\frac{1}{2}\times 10$ cm. Diese Formate geben aber nur die Außenmaße an; das Innenmaß, d.h. das eigentliche Bild selbst, ist in beiden Fällen dasselbe, und zwar etwa 7×7 cm. Es gibt Bildhalter, in welche man beide Größen durcheinander einsetzen und rasch auswechseln kann.

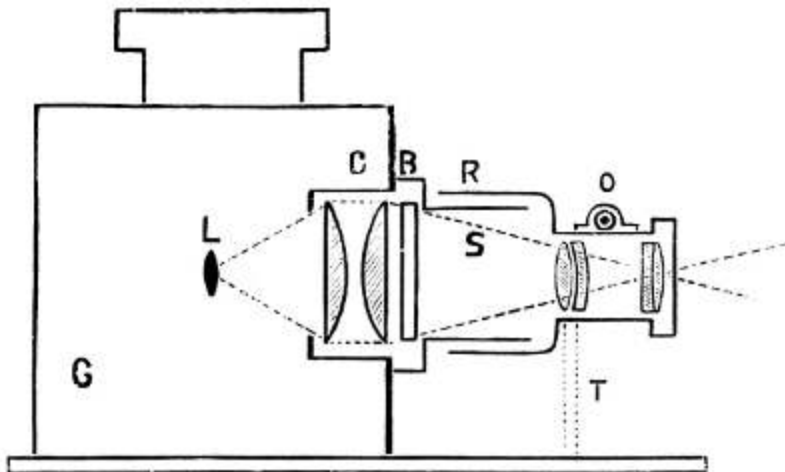


Fig. 3. Schema des

Lichtbilder-Apparates.

Die Linsen des Kondensors müssen, um das Glasbild bis in die Ecken gleichmäßig zu beleuchten, einen Durchmesser von mindestens 10cm haben; vielfach nimmt man die Linsen etwas größer. Wer sich nicht an das im Handel eingeführte Innenmaß 7×7 cm hält, sondern größere Bilder verwendet, ist natürlich auf einen entsprechend größeren Kondensator angewiesen. Darüber später mehr.

Wir kommen nun zur kinematographischen Projektion. Da hat der Lichtbilderapparat dieselbe Aufgabe zu erfüllen, nur tritt an Stelle des Glasbildes das viel kleinere Filmbild. Von

der Konstruktion des Bewegungsmechanismus, der die Filmbilder transportiert, wollen wir zunächst absehen, und nur überlegen, an welcher Stelle wir den Film am besten durch den Apparat führen müssen. Da zeigt es sich, daß es unvorteilhaft ist, wenn man den Film direkt vor dem Kondensator laufen läßt, also an der Stelle, wo sich sonst das Glasbild befindet. Die Abbildung Fig.4 gibt darüber Aufklärung. F ist der Film und ff eines der Bildchen, das gerade projiziert werden soll. Da dies Bildchen nur $2 \times 2\frac{1}{2}$ cm groß ist, so wird nur ein geringer Teil des Lichtes, welches der Kondensator zum Objektiv schickt, das Filmbild treffen; die größte Menge der Strahlen geht unbenutzt drüber und drunter und an den Seiten des Bildchens hinweg. Bei solch schlechter Lichtausnutzung muß die Projektion dementsprechend lichtschwach ausfallen.

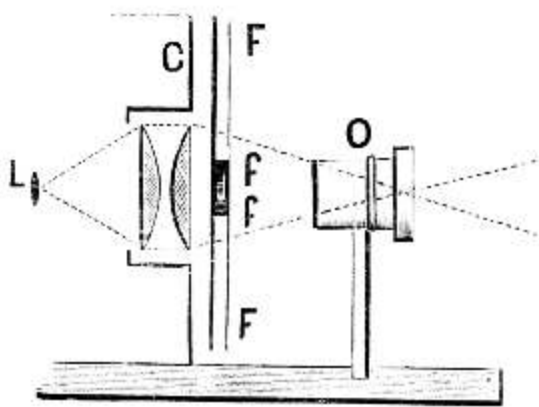


Fig. Anordnung des Filmbandes im
4. Lichtbilder-Apparat.

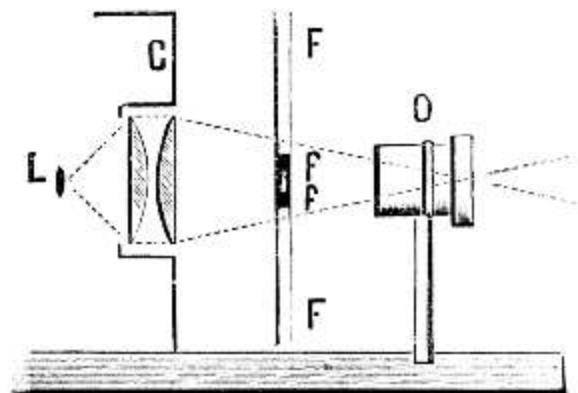


Fig.
5.

Dem ist aber leicht abzuhelpfen. Wie aus der Abbildung ersichtlich, werden die Lichtstrahlen vom Kondensator in einem Kegel zum Objektiv geworfen; wir brauchen daher den Film nur ein Stück nach dem Objektiv hin zu bewegen, um alles Licht auf das Filmbildchen zu konzentrieren und

voll auszunutzen. Wenn wir also den Bewegungsmechanismus so vor den Lichtbilderapparat bringen, daß der Film den Strahlenkegel kreuzt, wie es in Figur 5 angedeutet ist, so werden wir ein möglichst helles Lichtbild bekommen.

Noch eines ist zu überlegen. Die kinematographische Projektion erfordert eine stärkere Vergrößerung als die Projektion von Lichtbildern, da ja das Filmbildchen viel kleiner ist als das Glasbild. Die stärkere Vergrößerung wird erreicht durch Anwendung eines Objektivs von kürzerer »Brennweite«; man nennt die hierzu benutzten Instrumente »Kinematograph-Objektive«.

Nachdem wir nun die Anordnung des Lichtbilderapparates kennen gelernt haben, wollen wir zur Behandlung des Kinematograph-Mechanismus übergehen.

Der Bewegungsmechanismus.

[Inhaltsverzeichnis](#)

Allgemeine Anordnung.

[Inhaltsverzeichnis](#)

Über die Anforderungen, die an den Bewegungsmechanismus zur Projektion der kinematographischen Bilder gestellt werden, wurde schon gesprochen, desgleichen über die Mittel zur Lösung der verschiedenen Aufgaben. Wir fanden: der Film muß ruckweise weiterbewegt werden, und zwar derart, daß die Zeit der Weiterbewegung möglichst kurz ist, indem durch ein starkes »Tempo« der Übelstand des Flimmerns verringert

wird. Ferner muß man den Film, um das Vibrieren oder Tanzen des Lichtbildes zu vermeiden, an der Stelle, wo er vom Lichte gekreuzt wird, bremsen, und dies geschieht durch Federn, die auf den Rand des Filmbandes drücken und es festklemmen. Schließlich hörten wir, daß die Weiterbewegung des Filmbandes durch eine Blende verdeckt wird, und diese Abblendevorrichtung sollte so konstruiert sein, daß sie zum Schließen und Öffnen möglichst wenig Zeit braucht.

Hiernach sind es also insbesondere drei Teile, denen wir unsere Aufmerksamkeit zuwenden müssen: erstens der Mechanismus, welcher die ruckweise Weiterbewegung bewirkt, zweitens die Bremsvorrichtung und drittens die Blende. Wenn wir über die Konstruktion dieser Teile im klaren sind, wird es uns leicht sein, den Apparat zu vervollständigen; denn es fehlt dann im wesentlichen nur das Antriebswerk, welches die Teile verbindet, sowie die Ab- und Aufrollvorrichtung für das Filmband. Eine wichtige Anforderung an den Apparat dürfen wir aber dabei nicht außer acht lassen: die Schonung des Filmbandes; bei allen Teilen, die mit dem Film in Berührung kommen, muß hierauf Rücksicht genommen werden.