

Die stroboskopischen Täuschungen
und die
Kinematographie.

Von

Dr. Paul Ritter von Schrott.

Vortrag, gehalten den 14. Januar 1914.

Sie erinnern sich gewiß noch aus Ihrer frühen Jugendzeit eines kleinen Spielzeuges, welches unter dem Namen Wundertrommel verbreitet war. Wenn man durch die Spalten in die Trommel blickte, sah man eine Figur eine ständig sich wiederholende Bewegung ausführen. Die Physiker und Physiologen nennen das Instrument Dädaleum. Es wurde 1833 von Horner erfunden, hatte aber schon einen Vorläufer im einfachen Stroboskope oder dem Lebensrade, welches 1832 von Stampfer in Wien und Plateau in Brüssel fast gleichzeitig gebaut worden war. Bei diesem einfachen Apparate waren Bilder und Schlitze radial auf einer Scheibe angeordnet gewesen und stellte sich der Beobachter gegen einen Spiegel, in dem er durch die Schlitze die bewegte Figur erblickte. Bei diesen Apparaten konnten immer nur wenige Personen gleichzeitig das Bild sehen. Die erste Projektion derartiger lebender Bilder erfolgte durch Feldmarschall-leutnant Uchatius, dem Erfinder der Kanonenbranze, im Jahre 1845. Er kombinierte das Lebensrad Stampfers mit einer Laterna magica. Die Papierbilder waren transparent gemacht. Die Schlitzscheibe befand sich zwischen Bild und Objektiv.

Bei allen diesen Apparaten mußten die einzelnen Bilder von der Hand gezeichnet oder gemalt sein. Die Photographie konnte in ihren Anfängen bei der geringen

Empfindlichkeit der Platten keine wesentliche Änderung schaffen, es wurden nur die Handzeichnungen durch einzelne Daueraufnahmen ersetzt. Erst die Momentphotographie gestattete automatische Reihenaufnahmen. Der erste, der solche Aufnahmen herstellte, war der Amerikaner Muybridge. Seine Apparatur war wohl etwas voluminös, nicht weniger als 24 Kameras stellte er in eine Reihe. Quer über die Bahn war für jede Kamera eine Schnur gespannt, durch deren Zerreißen, was durch das bewegte Aufnahmsobjekt erfolgte, der Verschluss betätigt wurde. Wir verdanken Muybridge eine große Zahl wertvoller Serienaufnahmen. Eine große Förderung erhielt die Serienphotographie durch Anschütz, von welchem auch der Schnellseher zum Betrachten der Bilder stammt. Die Bilder rotieren auf einer großen Scheibe an der Schauöffnung vorbei, bei deren Passieren ein Geißlerrohr kurz aufleuchtet.

Die eigentliche Ausbildung erfuhr die Chronophotographie in Frankreich durch Marey. Mittels seiner photographischen Flinte, bei welcher das Objektiv im Laufe, die kreisförmige, sich ruckweise drehende Platte an Stelle des Verschlusses angebracht war, wurden vorzügliche Reihenaufnahmen von fliegenden Vögeln usw. erzielt. Im Jahre 1880 ging Marey zur Verwendung langer Streifen lichtempfindlichen Papiere über und begründete so die eigentliche Kinematographie. Der erste brauchbare Aufnahms- und Projektionsapparat wurde im Jahre 1895 von den Gebr. Lumière in Lyon gebaut; von diesem Zeitpunkte an datiert der rasche Aufschwung der Kinematographie.

Wie wir sehen, hat sich diese aus dem einfachen Stroboskope entwickelt, gehört demnach selbst zu den stroboskopischen Täuschungen. Wir verstehen darunter jede Erscheinung, welche uns mit Hilfe ruhender Einzelerscheinungen Bewegung vortäuscht oder umgekehrt. In dem einfachen Stroboskope oder einer Wundertrommel werden nur ruhende Einzelbilder, deren jedes eine andere Bewegungsphase eines Körpers vorstellt, hintereinander uns zur Wahrnehmung gebracht. Dies bringt in uns die Wirkung hervor, als ob wir ein und dasselbe Bild, aber in Bewegung erblickten. Es liegt also eine stroboskopische Täuschung vor. Ganz gleich ist es bei der Kinematographie, was wir in Wirklichkeit sehen, ist eine Vielheit einzelner für sich ruhend projizierter Bilder, was wir zu sehen glauben, ist ein einziges bewegtes Bild. Wir unterliegen also einer zweifachen Täuschung, wir sehen keine Bewegung, wo eine solche vorhanden ist, nämlich den Wechsel der Bilder, dagegen sehen wir Bewegung, wo keine ist, nämlich im Einzelbilde. Die stroboskopische Täuschung ist nun ein psychologischer Vorgang oder mit anderen Worten ein Denkprozeß und ist derselbe, wie beim Sehen von Bewegung überhaupt. Der Psychologe Linke kam auf Grund eingehender Studien zu folgendem Resultate: Damit Bewegung gesehen wird, ist es erforderlich, daß mindestens zwei aufeinander folgende Gesichtswahrnehmungen bestehen, die jedoch räumlich so wenig voneinander abweichen, daß sie identifiziert, d. h. auf ein und denselben Gegenstand bezogen werden können. Diese beiden Wahrnehmungen dürfen jedoch zeitlich nicht

so weit getrennt sein, daß sie als etwas Getrenntes empfunden werden, vielmehr müssen sie als einheitliche Sinneswahrnehmung im Bewußtsein bestehen. Es ist dies dieselbe Einheit, welche dem gesprochenen Worte, der gehörten Melodie innewohnt. Eine Identität zweier räumlich von einander verschiedener Wahrnehmungen ist aber nur so vorstellbar, daß man zwischen beiden Bewegung sich vorstellt, also den Satz vom Grunde zur Anwendung bringt. Wenn man also kurz hintereinander eine Person in zwei verschiedenen Stellungen sieht, so weiß man, diese Änderung der Stellung kann nur durch Bewegung erfolgt sein und sieht die Bewegung. Wenn wir wirklich Bewegung sehen, so ist die Beziehung unserer Wahrnehmung auf denselben Gegenstand richtig, nicht so beim Stroboskope und in der Kinematographie. Denn hier entsprechen den verschiedenen Wahrnehmungen tatsächlich immer andere Bilder, die man aber für identisch hält, man unterliegt also einer Identifikationstäuschung. Hier tritt jedoch der zweite Hauptfaktor ins Spiel, welcher für das Zustandekommen des Bewegungsehens ebenfalls sehr wichtig ist, die Verschmelzung der Bilder infolge der Nachbildwirkung.

Es ist ein physiologisches Gesetz, daß ein Gesichtseindruck weder sofort mit voller Stärke einsetzt, noch sofort nach Verschwinden seiner äußeren Ursache zu bestehen aufhört, sondern erst nach und nach abklingt.

Dieser Vorgang ist nur im Baue unseres Organismus begründet, rein physiologisch, er ist ein reiner Wahrnehmungs- und kein Denkprozeß.

Der einfachste Versuch ist das kreisförmige Schwingen eines leuchtenden Gegenstandes, etwa einer glühenden Kohle; bei einer Steigerung der Drehgeschwindigkeit nimmt man immer größere Kreisbögen wahr, bis diese zu einem vollkommenen Kreise verschmelzen. Diesen Versuch machte schon Chevalier d'Arcy 1765. Man findet, daß der Eindruck einer geschlossenen Kreislinie bei zirka 10 Touren pro Sekunde entsteht, also die Dauer der Nachbildwirkung zirka $\frac{1}{10}$ '' ist. Es gibt eine Anzahl von Phänomenen, die nur auf Nachbildwirkung zurückzuführen sind. Die Bahn der Sternschnuppe, das lange Leuchten des Blitzes, die bekannte Erscheinung, daß man einen Stock beim Schwingen desselben im Wechselstrombogenlichte vervielfacht sieht, ist auch eine Nachbildwirkung. Je nach der Wechselzahl des Wechselstromes nimmt das Licht der Bogenlampe vielmals in der Sekunde bis zu einem Minimum ab und steigt zu einem Maximum an. Wird der Stock rasch geschwungen, so wird das Auge den Stock immer im Momente des Lichtmaximums deutlich wahrnehmen, bei jedem folgenden Wechsel befindet sich aber der Stock an einer anderen Stelle. Da die Zeitintervalle sehr kurz sind, steht das Auge immer noch unter dem Eindrucke der Nachbildwirkung, der früheren Stellungen des Stockes, man glaubt also gleichzeitig eine große Zahl von Stöcken zu sehen.

Ebenso ist im Kinematographen infolge der Nachbildwirkung das letzte Bild noch im Auge sichtbar, wenn das nächste projiziert wird, sie werden also gleichzeitig wahrgenommen und die aufeinanderfolgenden verschie-

denen Bilder verschmelzen zu einem kontinuierlichen Bewegungsvorgange. Es ist also das kinematographische Bewegungsehen auf zwei Prinzipien begründet, einem psychologischen und einem physiologischen.

Den Unterschied zwischen stroboskopischem Effekt und Nachbildwirkung zeigt am besten das Thaumatrop oder die Wunderscheibe und das Pedemaskop. Bei ersterem sind auf der einen Seite einer drehbaren Scheibe ein Vogel, auf der anderen ein Käfig gezeichnet. Dreht man die Scheibe entsprechend rasch, so sieht man infolge Nachbildwirkung den Vogel im Käfig sitzen. Das Pedemaskop besitzt auf einer gleichen Scheibe eine Figur in zwei Endstellungen einer Bewegung. Dreht man die Scheibe, so sieht man die Figur in Bewegung auch dann, wenn die Phasen beim Drehen wahrnehmbar sind, also keine Nachbildwirkung auftritt, es ist eben das Bewegungsehen ein Denkprozeß; dreht man dagegen das Thaumatrop langsamer, als der Nachbildwirkung entspricht, so sieht man nur zwei getrennte Bilder, es ist nur ein physiologischer Vorgang, der unterhalb einer bestimmten Geschwindigkeit aufhört. Ein Beispiel des Bewegungsehens ohne Nachbildwirkung zeigt folgendes Experiment: Es werden zwei Glasplatten aneinander verschoben, deren eine drei verschiedene Phasen einer Bewegung in der Weise gezeichnet enthält, daß durch den Linienraster der zweiten verschobenen Glasplatte immer nur eines deutlich sichtbar gemacht wird. Man hat, selbst wenn man die Verschiebung mit Pausen ausführt, vollkommenen Bewegungseindruck. Als allgemeines

Unterscheidungsmerkmal könnte man anführen, daß jeder stroboskopische Effekt in der Zeit verläuft, während die Nachbildwirkung nur Momentanvorstellungen zu vermitteln vermag.

Den stroboskopischen Täuschungen begegnet man im täglichen Leben sehr häufig, nur gibt man sich von dem Vorgange meist keine Rechenschaft. Eine interessante Gruppe sind die sogenannten Zaunphänomene. Bewegt man sich längs eines Staketenzaunes, dem in einer gewissen Entfernung ein ähnlicher Zaun parallel läuft, so sieht man eigentümliche Schattengebilde entstehen, welche mit einer viel größeren Geschwindigkeit sich bewegen als der Beobachter. Man kann diese Erscheinung mittels zweier aneinander vorbeibewegter Linienraster im Projektionsapparat ersichtlich machen. Es ist diese Bewegung der Schattengebilde, wie wir uns sogleich klar sind, nur eine scheinbare, die Schattengebilde entstehen nur durch Differenzen in der Teilung der Linien, wodurch dieselben an einigen Stellen dichter stehen. Wenn die entsprechenden Stellen als Raster zur Deckung kommen, entsteht ein neues Gebilde an neuer Stelle, die wir aber der Ähnlichkeit halber für dasselbe halten, identifizieren, gleichzeitig überbrücken wir die Raumdifferenz durch eine angenommene Bewegung. Drehen wir die Raster gegeneinander, so sehen wir auch die Form der Gebilde wechseln, es tritt jene Erscheinung auf, die wir als Moirée bezeichnen; über einem bestimmten Winkel hört das Moirée plötzlich auf, eine Tatsache, die in der Reproduktionstechnik wohl berücksichtigt werden muß.

Eine Erscheinung, die wohl jeder beobachtet hat, ist das Auf- und Abschwingen der Telegraphendrähte im Fenster eines fahrenden Eisenbahnwaggons. Man kann diese Erscheinung im Experimente leicht vorführen. Man zieht auf einem Blatte einen schrägen Strich und bewegt ein zweites Blatt mit einem schmalen Spalte darüber hin. Man sieht dann immer nur einen Punkt der Linie und dieser erscheint im Spalte auf und ab zu schwingen. Bewegt sich dieser Spalt so rasch, daß die Nachbilder die einzelnen Bilder wieder zur Linie verschmelzen, so sehe ich eben nur mehr die ruhende Linie, es ist hier der stroboskopische Effekt durch die Nachbildwirkung verhindert. Bewegt sich jedoch während der Bewegung des Spaltes das Blatt mit der Linie nach aufwärts, so werde ich den Eindruck einer gekrümmten ruhenden Linie haben. Es wird also Ruhe statt Bewegung vorgetäuscht. Es liegt ein durch Nachbildwirkung unterstützter stroboskopischer Effekt vor. Diese einfache Erscheinung kann zur folgenden scheinbar viel komplizierteren führen.

Betrachtet man ein sich drehendes Wagenrad durch einen Staketenzaun, während man längs desselben geht, so tritt eine eigentümliche Erscheinung ein. Das Rad scheint still zu stehen, die Speichen zeigen eine eigentümlich gekrümmte Form. An Stelle des Zaunes wird im Experiment ein größeres Rad mit radialen Schlitten genommen. Man sieht hier gleichzeitig, daß die Speichenanzahl verdoppelt erscheint. Die Vorstellung des ruhenden Rades erscheint vollkommen zwangsläufig, obwohl ein am Rade befindlicher Fleck zeigt, daß sich das Rad

in Wirklichkeit mit gleicher Geschwindigkeit weiterdreht.

Die Erscheinung ist dieselbe wie die früher beschriebenen, nur sind eine größere Zahl von Spalten (Zaun) und Linien (Speichen) vorhanden. Die Täuschung wird hier noch dadurch verstärkt, daß die verschiedenen Speichen wegen ihres vollkommen gleichen Aussehens identifiziert werden.

Läßt man eine Spirale um ihren Mittelpunkt rotieren, so scheint sie sich in radialer Richtung gegen den Mittelpunkt hin oder von diesem wegzubewegen. Die einzelnen verschiedenen Punkte der Spirale, die wir wegen ihres vollkommen gleichen Aussehens identifizieren, liegen nämlich teils näher zum Mittelpunkte, teils weiter von diesem weg und dies ruft den Bewegungseindruck hervor. Eine ähnliche Erscheinung ist es, wenn wir eine Schraube drehen, sie scheint dann in ihrer Längsrichtung bewegt zu werden.

Auf einer stroboskopischen Täuschung beruht auch die Wirkung der bekannten Chromatropen. Die Schnittpunkte der verschiedenen gekrümmten Linien bewegen sich teils zum Mittelpunkt der Scheibe hin, teils von diesem weg und rufen dadurch den Eindruck einer radialen Bewegung hervor, wo nur eine zentrische vorhanden ist.

Wie bereits erwähnt, kommt die durch die Nachbildwirkung herbeigeführte Verschmelzung der einander folgenden Wahrnehmungen bei einigen, nicht allen stroboskopischen Phänomenen ein unterstützender Charakter zu. In besonderem Maße gilt dies von der Kinematographie,

bei der eine große Reihe verschiedener Bewegungsbilder zu einer kontinuierlichen Bewegung vereint wird. Es findet nun im Kinematographen die Bildbewegung ruckweise statt, d. h. das Bild wird in Ruhe projiziert, dann rasch weggezogen, es kommt das nächste usf. Die Bewegung des Bildes wird dem Auge durch eine undurchsichtige Blende entzogen, die vor dem Objektiv rotiert. Infolge der Nachbildwirkung überbrückt das Auge die Dunkelperiode, es bleibt jedoch in den meisten Fällen das bekannte Flimmern in höherem oder geringerem Grade zurück. Dreht man eine Scheibe mit einer durchscheinenden und einer undurchsichtigen Scheibe vor einer Lichtquelle, so fühlt man infolge des raschen Lichtwechsels die unangenehme Empfindung des Flimmerns. Bei einer bestimmten Geschwindigkeit und darüber hört das Flimmern gänzlich auf, man bezeichnet diese Geschwindigkeit als Verschmelzungsfrequenz. Ändert man die Helligkeit der Lichtquelle, so ändert sich auch die Verschmelzungsfrequenz. Um beim Kinematographen vollkommene Verschmelzung der Bilder, also Flimmerfreiheit zu erzielen, müßte man nach angestellter Untersuchung die Frequenz von 50 pro Sekunde haben, dies würde bedeuten, daß man 50 Bilder pro Sekunde projiziert. Das wäre aber eine große Filmverschwendung und es würde auch das Filmband das rasche Vorreißen nicht vertragen, sondern infolge des Ruckes reißen. Die maximale Bildfrequenz ist daher praktisch 16—20 pro Sekunde. Es war deshalb auch das Flimmern bei Kinoapparaten im Anfange sehr stark. Dann kam man aber auf den Ausweg, die Bild-

frequenz zu belassen, aber die Lichtfrequenz zu vergrößern, indem man mehrteilige Blenden verwendete und das Bild während der Projektion noch zweimal verdunkelt. Man war dadurch in der Lage, die Projektion nahezu vollkommen flimmerfrei zu gestalten.

Wie schon erwähnt, wird im Kinematographen eine große Zahl von Serienbildern vorgeführt, welche sich auf einem schmalen Bande, dem Film, befinden.

Dieser Film ist 35 mm breit, bis 120 m lang, längere Stücke werden durch Aneinanderkleben hergestellt. Jedes Bildchen ist 20×25 mm groß, der Rand von 5 mm an jeder Seite des Bandes dient für die Perforation, d. i. die seitliche Lochung mit 4 Löchern pro Bild, an diesen Löchern erfolgt der Transport des Bandes. Die Maße von Filmband, Bild und Perforation sind durch internationales Übereinkommen festgesetzt, so das jeder Film in jeden Kinoapparat paßt. Das Filmmaterial ist glasklares Zelluloid, auf diesem befindet sich die lichtempfindliche Bromsilberemulsion. Da das Zelluloid sehr feuergefährlich ist, wird es in neuerer Zeit durch Azetylzellulose, den Zellitfilm ersetzt, welcher nur sehr schwer brennbar ist.

Dem Apparat nun, der uns diese Bilder vorführen soll, dem Kinoprojektor, fallen folgende Aufgaben zu: Es muß jedes Bild vorgezogen und dann zum Stillstande gebracht werden. Wenn es ruhig steht, gibt eine Blende das Bild frei, so daß es durch das Licht einer starken Bogenlampe projiziert wird, dann wird das Bild weitergezogen, wobei die Blende wieder das Bild verdeckt, das nächste kommt an seine Stelle usf. Während der Bewe-

gung des Bildes verdeckt die Blendenscheibe das Bild. Außerdem hat sie, wie erwähnt, noch zwei Flügel, die zur Verminderung des Flimmerns in die Projektionszeit hineinschlagen. Alle diese Vorgänge wiederholen sich sehr rasch, es werden zirka 16—20 Bilder per Sekunde projiziert. Das Herz des Projektors ist der Transportmechanismus, welcher die ruckweise Filmbewegung herbeiführt. Die allgemeinste Anwendung hat hiefür wohl das Malteserkreuz, wegen seiner eigentümlichen Form so genannt, gefunden. Technisch heißt es das Einzahnradgesperre, da es eigentlich ein Zahnrad mit einem Zahne enthält. Das Sternkreuz ist ein Zahnrad mit 4 Zähnen, die Stiftscheibe ein Rad mit einem Zahn. Wenn der Zahn in einen Schlitz eingreift, wird das Kreuz um eine Vierteldrehung mitgenommen, während der übrigen Zeit ist es aber festgehalten, da es sich mit seiner Rundung an den Rand der Stiftscheibe anlegt. Mit dem Kreuze ist eine Zahntrommel fest verbunden, deren Zähne in die Perforation des Filmbandes eingreifen, jeder Vierteldrehung des Malteserkreuzes entspricht der Vorschub um ein Bild. Außer dem Malteserkreuz ist noch der Greifermechanismus in Verwendung, und zwar hauptsächlich bei Aufnahmeapparaten. Bei diesem werden zwei Haken auf und ab bewegt, welche in die Perforation eingreifen. Während der Aufwärtsbewegung sind die Haken aus der Perforation herausgezogen, so daß der Film immer nur nach abwärts mitgenommen wird. Andere weniger gebrauchte Mechanismen sind der Klemmzug und Schlägermechanismus. Neben diesem wichtigsten Teile sehen wir

aber am Projektor eine Zahl anderer wichtiger Details. Von großer Bedeutung ist der automatische Feuerschutz. Die Vergrößerung des Filmbildchens ist sehr stark, meist 200 fach linear, d. i. 40.000 mal in der Fläche. Man muß also eine sehr starke Bogenlampe verwenden, um das Bild entsprechend hell zu erhalten. Das Licht muß durch den Kondensator, d. i. eine große Sammellinse, auf dem Filmbilde gesammelt werden, woselbst natürlich auch große Hitze herrscht. Der Film besteht aber aus dem äußerst leicht entzündlichen Zelluloid. Solange der Film rasch durch die Projektionsöffnung durchheilt und nur $\frac{1}{20}$ Sekunde der Hitze ausgesetzt wird, besteht keine Gefahr. Bleibt jedoch durch irgendeinen Zufall der Apparat und damit das Bild stecken, so wird der Film in wenigen Sekunden sich entzünden. Dies zu verhindern dient der Feuerschutz. Er besteht aus einer Klappe, die durch Zentrifugalpendel gehoben wird und das Licht der Bogenlampe auf den Film fallen läßt, solange der Apparat läuft. Wenn der Apparat stehen bleibt, sinkt die Klappe herab und hält die Strahlen vom Film ab. Für den Fall, daß trotzdem der Film in Brand geraten sollte, sind Maßnahmen getroffen, daß der Brand nicht weitergreifen und die ganze Spule in Brand geraten kann; die letztere ist deshalb in der sogenannten Feuerschutztrommel eingeschlossen, eine dichtschießende Stahlblechtrommel, in welche der Film nur durch einen schmalen Schlitz eintritt, so daß die Flamme nicht eindringen kann. Es muß weiter beim Projektor dafür gesorgt werden, daß der Ruck des Malteserkreuzes nicht unmittelbar auf die Film-

spule sich überträgt. Es werden pro Stunde zirka 1000 m Film, das sind zirka 50.000 Bilder projiziert. Die Spulen haben meist 600 m und wiegen zirka 6 kg. Es wird deshalb der Vorwickler eingeschaltet, eine Zahntrommel, die mit kontinuierlicher Drehung den Film von der Spule abwickelt, und zwar um genau dieselbe Länge wie das Malteserkreuz, ruckweise. Zwischen beiden Trommeln wird eine lose Schleife gebildet, welche immer in ihrer Größe bestehen bleibt und die Stöße aufnimmt. Unten wird schließlich der projizierte Film auf eine Trommel wieder aufgewickelt. Angetrieben wird der Projektor meist mittels eines kleinen Elektromotors. Ganz verschieden vom Projektor ist der Aufnahmeapparat gebaut. Dieser stellt eine photographische Kamera mit eingebautem Filmtransportmechanismus mit Greifern vor. Die Filmspule ist in einer Kassette eingeschlossen. Meist faßt ein Apparat 60 oder 120 m Film, was für eine Aufnahme von $3\frac{1}{2}$, bzw. 7 Minuten ausreicht. Das Drehen der Kurbel erfolgt hier von Hand aus, und zwar 2 Drehungen pro Sekunde, das sind dann 15 Bilder pro Sekunde. Die Blende ist nur zweiteilig, da Flimmern nicht in Frage kommt, die Weite des freien Ausschnittes der Blende läßt sich variieren, so daß man das Einzelbild kürzer oder länger exponieren kann. Die höchste Frequenz, die dauernd mit dem erwähnten Projektor erzielt werden kann, ist zirka 20 pro Sekunde. Höheren Frequenzen hält das Filmband nicht stand, es reißt infolge des zu starken Ruckes. Diese Frequenz genügt aber für die üblichen Projektionen und es sind auch alle Apparate in Theatern nach dieser Type gebaut.

Für manche Zwecke, meist wissenschaftlicher Natur, braucht man aber Apparate, welche eine höhere Bildzahl erzielen lassen, und zwar indem man das Filmband nicht ruckweise, sondern kontinuierlich laufen läßt. In diesem Falle ist es natürlich erforderlich, auch das Aufnahme-, bzw. Projektionsobjektiv in gleicher Richtung und Geschwindigkeit mit dem Film zu bewegen, so daß beide in relativer Ruhe gegeneinander sind, das Bild optisch stationär erscheint. Ein solcher Apparat stammt beispielsweise von Jenkins, er ist mit einem Kranze von 24 Linsen ausgestattet, welche synchron dem Film rotieren. Mit diesem Apparate wurden bis 250 Aufnahmen pro Sekunde hergestellt. Diese Apparate sind bei der Projektion vollkommen flimmerfrei, da keine Dunkelpause eingeschaltet wird, sondern die Bilder allmählich ineinander übergehen. Viele Vorgänge der Natur vollziehen sich aber derart rasch, daß auch die Frequenz von 250 noch viel zu gering ist, um diese Vorgänge entsprechend analysieren zu können, solche Probleme sind z. B. der Flug mancher Insekten und Vögel. Es handelt sich hier darum, Bildfrequenzen von 1000 und mehr pro Sekunde zu erzielen. Die Frequenz wird hier in die Lichtquelle verlegt. So z. B. beim Apparate von L. Bull vom Murey-Institut in Frankreich, wo eine elektrische Funkenstrecke in Anwendung kommt. Durch einen rotierenden Unterbrecher in Art eines Kommutators mit Hilfe von Batterie und Kondensator wird eine Funkenzahl von 2000 pro Sekunde erzielt. Der Film ist auf einer Trommel befestigt, welche sich auf derselben Achse wie der Unterbrecher dreht. Die Geschwindigkeit

des Films ist zirka 90 m pro Sekunde. Da die Geschwindigkeit des Funkens nur zirka ein zwanzigmillionstel Sekunde ist, so werden die Einzelbilder trotz der Filmbewegung vollkommen scharf. Das Licht der Funkenstrecke wird durch eine Sammellinse auf den Flugraum des Insektes konzentriert. Das Insekt ist festgehalten. In dem Augenblicke, als es losgelassen wird und in den Flugraum schwirrt, erblickt man das Insekt durch eine Art Spiegel sucher im Bildfelde des Objectives, der Verschuß wird gelöst, wodurch die rotierende Filmtrommel der Beleuchtung freigegeben wird und der Verschuß nach einer Umdrehung sich automatisch schließt, so daß Doppelbelichtung vermieden wird. In Anbetracht der geringen Helligkeit des Funkens und des Umstandes, daß es sich um Gegenlichtaufnahmen handelt, sind die Bilder nur Silhouetten ohne Abstufung von Hell und Dunkel. Noch höhere Frequenzen erzielte Geheimrat Cranz an der Militärtechnischen Akademie Charlottenburg mit seinem ballistischen Kinematographen. Die erste Verwendung des elektrischen Funkens für momentphotographische Zwecke stammt von Mach in Prag, welcher jedoch nur Einzelaufnahmen machte. Dieses Verfahren erfuhr nun von Cranz eine weitere Ausbildung, so daß es möglich ist, verschiedene Phasen fliegender Projectile und ihrer Wirkungen aufzunehmen. Als Lichtquelle dient auch hier eine Funkenstrecke, welche durch eine Hochfrequenzmaschine mit 5000 Wechseln pro Sekunde gespeist wird. Das Licht der Funkenstrecke wird durch Hohlspiegel und Kondensorlinse auf die Flugbahn des Geschosses konzentriert. Das

Filmband bewegt sich mit zirka 125 m pro Sekunde kontinuierlich: Damit das Einschalten der Funkenstrecke, das Abfeuern des Geschosses, das Abstellen der Funkenstrecke im richtigen Augenblicke erfolgen, bedient man sich eines Pendelunterbrechers, d. h. eines Pendels, welcher im Falle alle nötigen Kontakte der Reihe nach zur richtigen Zeit einlöst. Die Ausprobierung dieser Einrichtung, welche für jede Ladung und für jede Projektilgeschwindigkeit variieren muß, verursacht natürlich enorme Zeit und Mühe. Jeder Funke entwirft immer auf dem Film ein Bild des Geschosses. Man erhält also 5000 Bilder pro Sekunde. Man kann auf diese Weise die Geschosßbahnen verfolgen, die Wirkung beim Aufprallen von Geschossen auf verschiedene Körper beobachten, das Funktionieren automatischer Selbstladewaffen usw. genau verfolgen. In neuester Zeit konnte Cranz durch Verwendung von Löschfunken nicht nur die Frequenz bis 100.000 pro Sekunde steigern, sondern direkte Vorderbeleuchtungsaufnahmen erzielen.

Sehen wir schon im ballistischen Kinematographen eine ungemein wertvolle Anwendung des Kinematographen für wissenschaftliche und speziell technische Zwecke, da wir dadurch die Möglichkeit einer Analyse rasch verlaufender Prozesse erhalten, so gilt dies nicht minder von der Mikrokinematographie. Bei diesen Apparaten unterscheidet sich das Mikroskop in nichts von einer normalen Type. An Stelle des Auges tritt aber der kinematographische Aufnahmeapparat als Auge und Zeichenhand zugleich, der mit zauberhafter Geschwindigkeit alles das aufzeichnet

und dauernd festhält, was früher nur dem Auge weniger Forscher für flüchtige Sekunden sichtbar wurde.

Das jüngste Gebiet des Kinematographen ist wohl die Röntgenkinematographie. Allerdings ist hier die Apparatur eine wesentlich andere, als wir sie bisher gesehen haben, da eine Brechung der Röntgenstrahlen und damit die direkte Erzeugung von verkleinerten Bildern in einer Aufnahmskamera nicht möglich ist. Man verwendet hier Platten in der vollen Größe des aufzunehmenden Objektes und führt diese rasch an der Beleuchtungsöffnung vorbei.

Die gewaltige Entwicklung des Kinematographen ist vor allem auf das rasch aufgeblühte kinematographische Theaterwesen zurückzuführen. Man schätzt heute nach zirka 18jähriger Entwicklung die Gesamtzahl aller Kinematographentheater auf 40.000—60.000, die Länge der jährlich konsumierten Films auf 1,600.000 km, d. i. ein Band, das 15 mal um den Erdäquator reicht, eine Fläche von 20 km² bedeckt und zum Transporte 1600 Eisenbahnwaggons benötigt. Die Aufnahmen werden auf verschiedene Weise gewonnen. Ein großer Teil wird in eigenen Theatern aufgenommen, welche riesigen Glashäusern gleichen. Eine große Zahl von starken elektrischen Bogenlampen dient zur Erhellung der Szenerie, handelt es sich ja doch nur um kurze Momentaufnahmen, welche sonst nur bei Sonnenlicht oder stärkstem Tageslicht möglich sind. Die Theateraufnahmen zerfallen in dramatische, possenhafte und Trickfilms, zu der letzteren Art gehören aber auch viele wissenschaftlich wertvolle Aufnahmen.

Wir verstehen unter Trick alle jene Aufnahmen, welche in Wirklichkeit unmögliche Vorgänge uns vor Augen führen.

Ma ch sagt ungemein treffend vom Kinematographen, daß er uns die Möglichkeit biete, Maßstab und Vorzeichen der Zeit beliebig zu ändern. Der Maßstab wird geändert, wenn wir einen langsam aufgenommenen Vorgang rasch wiedergeben oder umgekehrt, das Vorzeichen, indem wir den Film nach rückwärts laufen lassen. Damit sind nun auch die beliebtesten Hilfsmittel für Tricks gegeben. Irgend eine Szene, Verfolgung eines Diebes usw., wird sehr langsam aufgenommen, sehr rasch projiziert, alle Bewegungen erscheinen übertrieben hastig. Viel wird diese Methode bei den sogenannten synthetischen Aufnahmen in Technik und Wissenschaft verwendet. Das Aufblühen einer Blume z. B. geht so langsam vor sich, daß uns die Kontinuität, die Einheit des Vorganges nicht wahrnehmbar ist. Mit dem Kinematographen wird durch Tage und Wochen etwa jede Stunde eine Aufnahme gemacht und in rascher Folge vorgeführt; wir empfinden die Phasen als Einheit und sehen die Pflanze aufblühen. Umgekehrt zeigen uns die analytischen Aufnahmen etwa bei dem ballistischen Kinematographen einen Vorgang, der infolge der großen Raschheit nicht mehr wahrnehmbar ist, zeitlich auseinandergezogen und dadurch als Bewegung verständlich.

Auch das Rückwärtslaufen der Films wird, abgesehen von den komischen Wirkungen, welche damit erzielt werden können, für die Darstellung technischer Pro-

zesse mit Erfolg verwendet. Um beispielsweise den Aufbau eines Objektes, einer Maschine usw. zu zeigen, wird der Film verkehrt aufgenommen, d. h. die fertiggestellte Maschine langsam demontiert und jede Phase für sich aufgenommen. Beim Rückwärtslauf sieht man das Objekt langsam erstehen. Wir sind damit zu einem anderen, nahezu bei jedem Trick notwendigen Hilfsmittel angelangt: die Unterbrechung der Aufnahme, d. h. es wird bis zu einem bestimmten Punkte des Vorganges aufgenommen, dann die Aufnahme unterbrochen, die Szene neugestellt und die Aufnahme fortgesetzt, das Auge kann bei der Projektion die Unterbrechung nicht wahrnehmen. Auf diese Weise werden immer Unglücksfälle, Überfahren einer Person usw. dargestellt, indem die Person im geeigneten Moment durch eine Puppe ersetzt wird. Vielfach werden für Tricks optische Hilfsmittel in Anspruch genommen; so wird eine Person aus der Nähe, die andere in großer Entfernung aufgenommen, so daß sie im Verhältnis zur ersten zwergenhaft klein erscheint. Durch sphärische Spiegel lassen sich beliebige Verzerrungen herbeiführen. Kletterkunststücke werden durch Lageänderung dargestellt. Auf dem Boden des Ateliers liegt z. B. eine gemalte Hausfassade, darüber kriecht ein Mann hin. Der Aufnahmeapparat ist an der Decke des Ateliers befestigt, bei der Projektion wird der Eindruck entstehen, daß die senkrechte Hausfassade erklettert wird. Das Erscheinen von Personen oder Geistern usw. geschieht durch allmähliches Schließen der Irisblende des Aufnahmeapparates. Die Szene wird Bild für Bild auf-

genommen, die Blende immer mehr geschlossen, so daß das Bild immer schwächer wird und schließlich fast ganz verschwindet. Dann tritt die Person, die erscheinen soll, an ihre Stelle, es wird der Film wieder zurückbewegt und Bild für Bild aufgenommen und die Blende langsam geöffnet; beide Bildreihen ergeben dann den Effekt, als ob die Person aus dem Nichts entstehen würde.

So werden oft durch Kombination mehrerer Tricks die verblüffendsten Effekte erzielt.

Die exponierten Films werden nun entwickelt, zu welchem Zwecke sie auf Rahmen oder Trommeln befestigt werden, sodann getrocknet und kopiert, was in eigenen Maschinen erfolgt. Das Entwickeln des kopierten Films — es werden von einem Negativ bis zu hundert Kopien hergestellt — erfolgt ähnlich wie das der Negativfilms, das Trocknen erfolgt mit Hilfe großer Trommeln mit Ventilatoren. Hauptsache ist vollkommene Staubfreiheit der Trockenräume, da jedes Staubkorn bei der Projektion einen Fleck gibt. Vielfach werden die Films noch getont, viragiert, entweder auf chemischem Wege, indem nur das Silber des Bildes gefärbt wird, oder durch Tränken mit Farbstofflösungen, wobei nur die Gelatine färbig wird, durch Kombination beider kann man auch zweifarbige Bilder herstellen.

Was dem Film von heute noch zum großen Teile fehlt, ist die Naturfarbe. Vielfach werden die Films koloriert; dies geschieht so, daß zunächst so viele Filmbänder, als Farben verwendet werden sollen, für Schablonen geopfert werden. Jedes Bild wird groß projiziert, ein Zeichner

fährt auf dem Projektionsschirm mit der Hand die einer Farbe entsprechende Kontur nach und durch einen Pantographen, welcher mit einem winzigen, sehr rasch rotierenden Fräser versehen ist, wird die Partie aus dem Bande herausgeschnitten. Durch Maschinen mit Walzen und Bürsten wird nun durch die Schablonenbänder eine Farbe nach der anderen auf dem zu kolorierenden Bande aufgetragen.

Von den Verfahren, welche auf der Zerlegung der Farben in die drei Grundfarbenempfindungen rot, grün, blau basieren, hat bisher nur das Kinemakolor größere Verbreitung gefunden. Es wird nur eine rotorange und eine blaugrüne Aufnahme gemacht und diese hintereinander projiziert, der Erfolg ist für gewisse Zwecke recht günstig. Auch die stereoskopische Kinematographie hat noch keine Erfolge aufzuweisen. Die unter dem Namen Kinoplastikon bekannte Vorführung beruht darauf, daß die Aufnahme auf dunklem Samthintergrunde erfolgt. Die Projektion erfolgt auf eine schräg über die Bühne stehende große Spiegelglasplatte, von welcher das Bild allein — der dunkle Hintergrund ist nicht sichtbar — gegen den Zuschauer zurückgespiegelt wird. Durch die Platte hindurch sieht der Zuschauer aber auch die beleuchtete Bühne, so daß auf dieser die Figuren freischwebend und darum plastisch zu agieren scheinen.

Die Kinematographie ist heute nicht mehr nur ein Unterhaltungsmittel, sondern ein vielfach unentbehrliches Hilfsgerät für viele wissenschaftliche Disziplinen geworden.

Allenthalben beginnt man Filmarchive zu gründen, welche als lebendigste Methode der Geschichtsschreibung der Zukunft gestatten werden, die Gegenwart im lebenden Bilde zu sehen.

Wir können nur beurteilen, was die Kinematographie von heute ist, wir können nicht ahnen, was die Kinematographie von morgen sein wird. Rasch hat sie sich durchgerungen, aus dem Spielzeuge von gestern wurde der ernste wissenschaftliche Apparat von heute. Noch ist ja die wissenschaftliche Kinematographie in den Kinderschuhen, doch es ist zu hoffen, daß Technik und Wissenschaft und ihre berufensten Pflegestätten, die Hochschulen, ihr die verdiente Pflege werden angedeihen lassen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [54](#)

Autor(en)/Author(s): Schrott Paul Ritter von

Artikel/Article: [Die stroboskopischen Täuschungen und die Kinematographie. 211-235](#)