Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 5 (1950)
Heft: 8

Artikel: 50 Jahre Photographie und Kinematographie
Autor: Rüst, Ernst
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-654005

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

50 Jahre Photographie und Kinematographie

Von Prof. Dr. Ernst Rüst

Die Grundlagen zur beispiellosen Entwicklung der Photographie und Kinematographie in den letzten 50 Jahren hat fast alle das letzte Viertel des vorigen Jahrhunderts geschaffen, so die photographische Trockenplatte, den Zelluloidfilm, den Rollfilm mit Tageslichtspule, die farbenempfindliche Schicht, das anastigmatische Objektiv, die meistgebrauchten Entwickler Hydrochinon und Metol, die vom Stativ und Dunkeltuch befreite zusammenklappbare Rollfilmkamer mit Sucher, die Entwicklungspapiere für Abzüge vom Negativ und für Vergrößerungen und das Vergrößerungsgerät. Auch die Vorläufer der neuzeitlichen Lichtquelle stammen aus dem vorigen Jahrhundert. Für die Farbenphotographie lagen das Linienraster- und die Chromatverfahren vor. An der Grenze des Jahrhunderts stehen der beiderseitig gelochte, 35 mm breite Kinofilm und das Vorbild der heutigen Kinoaufnahme- und -wiedergabegeräte: der „Cinématographe", sowie, als Vorläufer des Tonfilms, der synchronisierte Phonograph.

Die rasche Entwicklung auf die heutige hohe Stufe verdankt die Photographie der Amateurphotographie und der Lichtspielkinematographie, die beide die großen Massen für sich gewinnen konnten. Diese brachten die gewaltigen Mittel auf für die wissenschaftlichen Forschungen auf physikalischen, chemischen und apparatetechnischen Gebieten, sowie für die großen industriellen Werke zur Herstellung hochwertiger photographischer Schichten und genau und zuverlässig arbeitenden photographischen und kinematographischen Geräten aller Art. Die zwei Weltkriege, in denen Photographie und Kinematographie in immer steigendem Maße verwendet wurden, lieferten weitere Geldmittel zur Entwicklung kriegsdienlicher Verfahren und geeigneter Photo- und Kinogeräte.

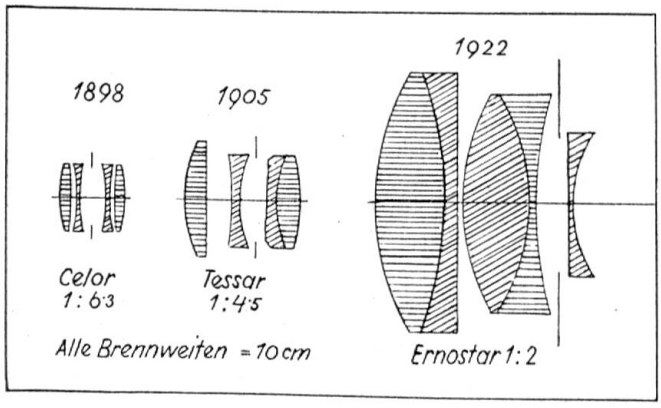
Die erste bescheidene Welle der Liebhaberphotographie entstand in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, als die einfach zu behandelnde Trockenplatte industriell hergestellt wurde. Diese Liebhaber arbeiteten noch mit schwerfälligen Aufnahmekamern und führten alle photographischen Arbeiten von der Aufnahme bis zum fertigen Bild selber aus. Da erkannte G. W. Eastman (Kodak), daß sich die Amateure außerordentlich vermehren würden, wenn man ihnen das Photographieren leicht machte. Er entwickelte die einfache, bequeme Rollfilmkamer und veranstaltete einen großen Werbefeldzug mit dem Schlagwort: „Sie drücken auf den Knopf, wir besorgen das Übrige". Dies schuf das große Heer der film- und kamernverbrauchenden „Knipser" und gleichzeitig den lohnenden Laborbetrieb des Photohändlers, der das „Übrige": Entwickeln, Kopieren, Vergrößern, besorgte. So entstand im ersten Viertel unseres Jahrhunderts die zweite, größere Amateurwelle, welche die aufschießende Photographische Industrie zu einem regen Wettbewerb trieb. Die dritte und größte Amateurbewegung begann mit dem Auftreten des Kleinbilds der Leica.

Der Aufstieg der kinematographischen Darbietungen von einer Schaubudenangelegenheit zur Vorführung wertvoller Filmschauspiele ist bekannt. Das Lichtspielhaus wurde zur Unterhaltung und oft auch Bildungsstätte aller Schichten der Bevölkerung, und wir verdanken der Weltmacht des Films die ungeahnte Verbesserung der photographischen Aufnahmeschichten, die praktische Lösung der Farbenphotographie und das Entstehen einer Präzisionsindustrie für kinematographische, und im Anschluß daran auch für photographische Geräte.

Die Verbesserung der lichtempfindlichen photographischen Schichten in den letzten 50 Jahren erweiterte das Anwendungsgebiet der Photographie und Kinematographie ganz außerordentlich. Die Steigerung der Allgemeinempfindlichkeit auf das etwa Zehnfache erlaubte Kurzzeitaufnahmen, auch bei schlechtem Licht, in Innenräumen und bei gewöhnlicher Glühlichtbeleuchtung. Ein starkbewegter Gegenstand kann heute mit $^1/_{1000}$ Sekunde scharf aufgenommen werden. Die Farbensensibilisierung für Rot brachte zu Anfang des Jahrhunderts die panchromatische Platte und die neueren Sensibilisierungsfarbstoffe gestatten die Schicht nicht nur für den ganzen sichtbaren Spektralbereich (400 bis 700 mμ) empfindlich zu machen, sondern auch darüber hinaus bis ins langwellige Infrarot, so daß wir heute mit Strahlen von 100 mμ (Ultraviolett) bis zu 11'000 mμ (Infrarot) photographieren können;

bei dem kurzwelligen Ultraviolett mit Quarzoptik, bei Infrarot mit Schwarzfilter. Infrarotstrahlen durchdringen unabgelenkt z. B. auch dichten Sommerdunst, so daß man die völlig verschleierte Ferne auf die Platte bringen kann. Die große Erweiterung des auf die neuen Schichten wirkenden Strahlenbereichs hat der Wissenschaft zu unzähligen Entdeckungen verholfen.

Für das Kleinbild wurden sehr bald feinkörnige Schichten von guter Empfindlichkeit hergestellt, von denen auch stärkere Vergrößerungen kein merkliches Korn zeigen. Mit der Feinkörnigkeit erhöhte sich die Auflösung, d. h. die Fähigkeit zur Wiedergabe feinster Einzelheiten bei der Rückvergrößerung aus dem stark verkleinerten Negativ. Besonders feinkörnige Schichten mit einer Auflösung bis zu 120 Linien auf den mm dienen heute der Mikrodokumentation, d. h. der Aufnahme von Schriften und ganzen Büchern in sehr starker Verkleinerung auf Kleinbildfilm. Die mit sehr großer Feinkörnigkeit verbundene Unempfindlichkeit ist hier weniger störend, weil mit starker Beleuchtung und einer verhältnismäßig langen Belichtungszeit von einer Sekunde gearbeitet werden kann. Bei höheren Ansprüchen auf die vergrößerte Wiedergabe verkleinert man auf etwa $^1/_{10}$, bei geringen Ansprüchen (Zeitungen) auf $^1/_{25}$ oder $^1/_{20}$. Mit allen Kniffen und Hilfsmitteln einer verfeinerten Technik gelingt es auf höchst unempfindlichen Sonderschichten eine ganze Buchseite in 250facher Verkleinerung, d. h. auf einer Fläche von etwa 1 mm² abzubilden und noch einigermaßen lesbar zurückzuvergrößern. Für die auf Mikrofilmbändern verkleinerten Bücher stehen optische Lesegeräte zur Verfügung, mit denen das mikroskopische Bild unmittelbar gelesen werden kann. — Während man den Reflexionslichthof, der helle Gegenstände



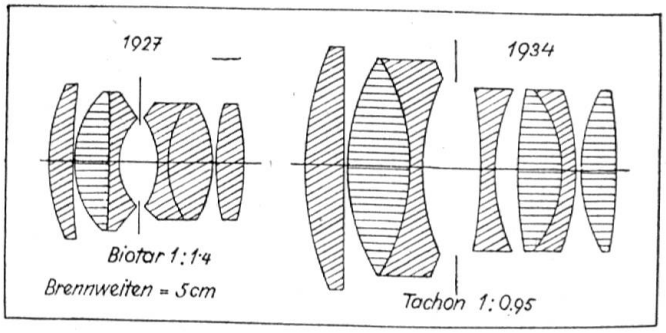
Entwicklung des photographischen Objektivs I ca. $^1/_2$ nat. Größe. Lichtstärkenverhältnis 1 : 2 : 10

mit Lichtsäumen umgibt, bei den dickeren Glasplatten schon früher bekämpft hatte, wurden die dünnen Rollfilme, bei denen der Hof weniger bemerkbar wird, erst 1923 durch Rotfärbung der rückseitigen, das Rollen in den Bädern verhindernden Kollodiumschicht lichthoffrei gemacht, die Kinefilme durch Graufärbung der Zelluloidunterlage. Eine neue Eigenschaft des Amateurfilms ist der große Belichtungsspielraum, der durch das Übergießen einer unempfindlichen Schicht mit einer hochempfindlichen erreicht wird; wegen der stärkeren Streuung des Lichtes in der dickeren Gesamtschicht, allerdings auf Kosten der Auflösungs- und Vergrößerungsfähigkeit. Die letztere wurde gesteigert durch die Dünnschichtfilme, die aber wieder ein genaueres Innehalten der richtigen Belichtung erfordern. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts entstanden für die Bedürfnisse der graphischen Industrie phototechnische Sonderschichten, die das nasse Kollodiumverfahren zurückdrängten, das wegen des großen Auflösungsvermögens dort noch herrschte. Für die Röntgenphotographie schuf man die beidseitig beschichteten Filme, die auf das Fluoreszenzlicht der Verstärkerfolien sensibilisiert sind.

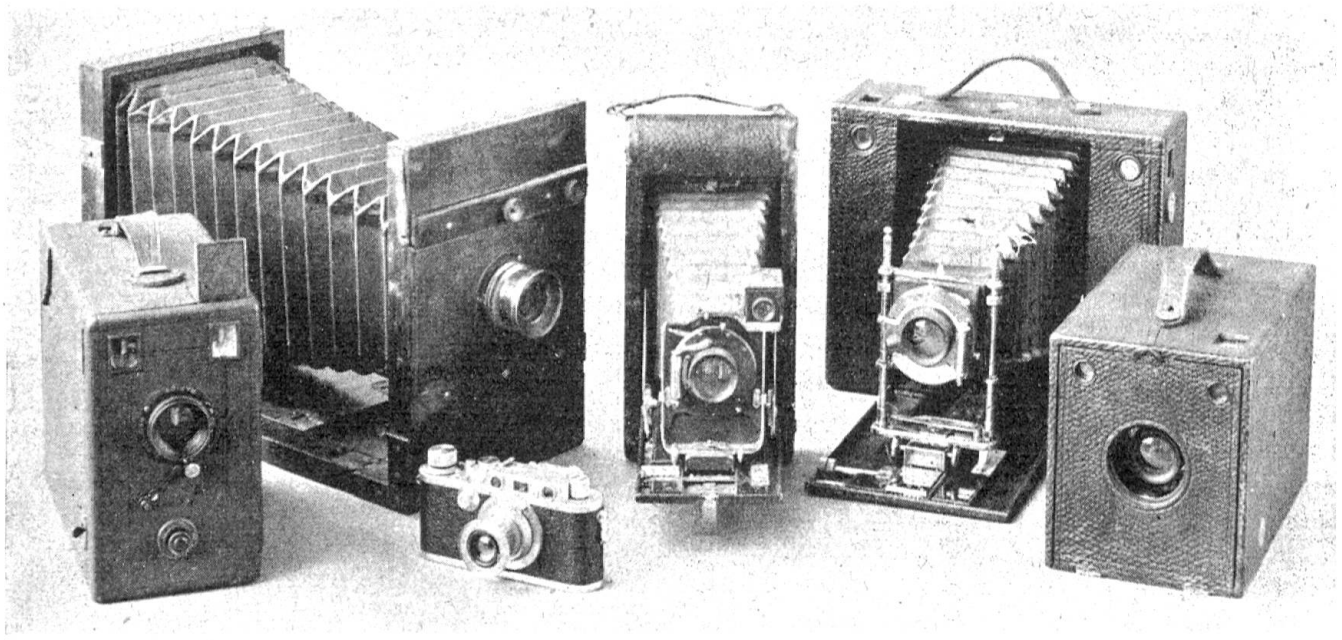
Bei der Herstellung der Papierkopien verdrängten die Chlorsilber-Kunstlichtpapiere, die in der Dunkelkammer mit Kunstlicht kurz belichtet und sofort entwickelt werden, die alten Tageslichtauskopierpapiere, welche bei schlechtem Wetter oft eine stundenlange Belichtung erforderten und die nur mit einem „schönen", d. h. vollständig richtig belichteten und mit guter Tonabstufung entwickelten Negativ harmonische Bilder ergaben. Die Entwicklungspapiere zeigen bis sieben verschiedene Tonstufungen (Gradationen), von ultrahart bis zu extraweich, mit denen auch noch von sehr flauen und sehr harten Negativen befriedigende Abzüge zu erzielen sind. Das hat wesentlich zur Ausbreitung der Amateurphotographie beigetragen, denn die Herstellung eines „schönen" Negativs erfordert viel Erfahrung und Sorgfalt beim Belichten und Entwickeln. Auch die höher empfindlichen Bromsilberentwicklungspapiere für die Vergrößerung werden in mehreren Tonstufungen hergestellt.

Neben den verbesserten und zu verschiedenen Zwecken ausgestalteten Schichten hat aber auch die Entwicklung der photographischen Optik sehr viel zur Eroberung neuer Gebiete der Photographie beigetragen. Für normale Ansprüche wurde der vierlinsige Anastigmat mit drei freistehenden Gliedern,

dessen bekanntester Vertreter das „Tessar" (P. Rudolph, 1902) ist, so weit als möglich auskorrigiert. Während um 1900 herum eine Lichtstärke von 1:6,3 als hoch gewertet wurde, ließ sich mit dem Tessar 1 : 4,5 (Wandersleb 1903) die Belichtungszeit schon um die Hälfte kürzen. Mit plötzlichem Sprung eröffnete dann das „Ernostar" 1 : 2 (Bertele 1922) mit der zehnfachen Lichtstärke gegenüber 1 : 6,3 den Reigen der ultralichtstarken Objektive. Man ging dann später auf die Lichtstärke 1 : 1,4 (Zeiß Biotar 1927), was die Belichtungszeit nochmals um fast die Hälfte kürzte, für Kinoobjektive sogar auf 1 : 0,95 (Astro Tachon 1934). Bei Sonderobjektiven, wie bei dem zur Aufnahme des Röntgenschirmbildes dienende Röntgenbiotar (Zeiß 1933), das nur für bestimmte Strahlen korrigiert ist, kam man auf 1 : 0,85 und bei dem astronomischen Zwecken dienenden Raytonobjektiv (1934) auf 1 : 0,6. Damit ist man fast bis zur theoretischen Grenze 1 : 0,5 gelangt. Die Lichtstärke wirkt sich allerdings bei den ultralichtstarken Objektiven mit acht bis zehn freien Linsenflächen nicht im berechneten Maße aus. Eine bedeutende Verbesserung erzielte man durch die „Vergütung" (Zeiß 1940) der freistehenden Linsenflächen, d. h. durch einen Überzug mit einer niedrigbrechenden Schicht von der geringen Dicke einer Viertelswellenlänge des Lichts. Dieser Antireflexbelag ist allerdings in erster Linie aufgebracht worden wegen des schädlichen Lichts, das von den rückwerfenden Linsenflächen auf die photographische Schicht gelangt, was zu einer mehr oder weniger starken Verschleierung des Negativs, ja sogar zu Doppelbildern starker Lichtquellen führt. Die vergüteten Objektive entwerfen kontrastreichere und klarere Bilder mit besserer Auflösung. Objektive mit noch strengerer Verbesserung der Schärfe und Farbenstreuung und noch gleichmäßigerer Helligkeit über das ganze Bildfeld werden benötigt für das Kleinbild und die Farbenphotographie und es entstanden für diese Zwecke im letzten Jahrzehnt viele hervorragende, aber natürlich teure Objektive. Zum Heranholen der Ferne für das Kleinbild und Kino wurden lichtstarke Fernbildlinsen mit langen Brennweiten bis 80 cm geschaffen, bei denen das kleine Aufnahmegerät geradezu als Anhängsel des langen Objektivs erscheint. Zur Kürzung der noch länger brennweitigen Fernobjektive enstanden Spiegellinsenobjektive mit Brennweiten bis zu 2 m (Askania 1932), bei denen die Lichtstrahlen unter Einhaltung des langen Lichtweges im Objektiv hin und her gespiegelt werden, bevor sie auf die lichtempfindliche Schicht treffen. Da es nicht möglich ist, alle Linsenfehler eines Objektivs gleichzeitig auszuschalten, wurden für Sonderzwecke Objektive geschaffen, bei denen diejenigen Fehler aufs Höchste verbessert sind, die sich für den vorliegenden Zweck am schädlichsten erweisen, so z. B. die Verzeichnung bei Objektiven für photogrammetrische Aufnahmen aus dem Flugzeug, nach denen heute fast alle genauen Landkarten hergestellt werden oder der Farbenvergrößerungsfehler bei den Reproduktionsobjektiven für Farbenauszüge zur Herstellung von Farbendrucken. Für Architekturaufnahmen von engen Gassen und Plätzen aus, wobei die Gebäudefront nur mit Drehen des Kopfes abzutasten ist, sind extreme Weitwinkelobjektive geschaffen worden, die einen Bildwinkel bis 140 Grad umfassen (Hypergon 1900), für Aufnahmen des Nordlichts sogar solche von 220 Grad (Schultz 1932), die das ganze sichtbare Himmelsfeld bestreichen. Die unmögliche Perspektive, die beim letztgenannten Objektiv entsteht, schadet nichts, da solche Aufnahmen nicht zur Betrachtung, sondern nur zur wissenschaftlichen Auswertung dienen. Objektive mit stetig veränderlicher Brennweite, mit denen sich der Gegenstand während der Kinoaufnahme allmählich größer abbildet, sind als Objektive mit stetiger Linsenverstellung (Cooke Varo Lens 1933) oder als Vorsatzfernrohre mit veränderlichem Abbildungsmaßstab (Astro Transfokator 1936) hergestellt worden. Weitere Errungenschaften der Neuzeit sind die Vorsatzlinien bester Form (welche die Schärfe nur wenig beeinträchtigen) zur Vergrößerung (Heranholen) und Verkleinerung (Raumgewinn) des Bildes für Aufnahmegeräte mit veränderlichem Auszug und die Vorsatz-Nahbildlinsen zur Großaufnahme kleiner Gegenstände für Geräte ohne wesentlichen Auszug. Erwähnt seien noch die Weichzeichner, die den scharfen Kern des Bildes mit einem verschwommenen Rand umgeben.



Entwicklung des photographischen Objektivs II ca. $^4/_{10}$ nat. Größe. Lichtstärkenverhältnis 20 : 45



Das Photogerät des Amateurs um 1900: Magazinkamer mit 12 Platten 9 × 12 cm, Reisekamer für Platten 13 × 18 cm, Folding Pocket Kodak für Rollfilm 8,5 × 14 cm, Cartridge Kodak für Rollfilm 13 × 18 cm, Bulls Eye spezial Kodak für Rollfilm 10 × 13 cm. Zum Vergleich im Vordergrund eine Leica

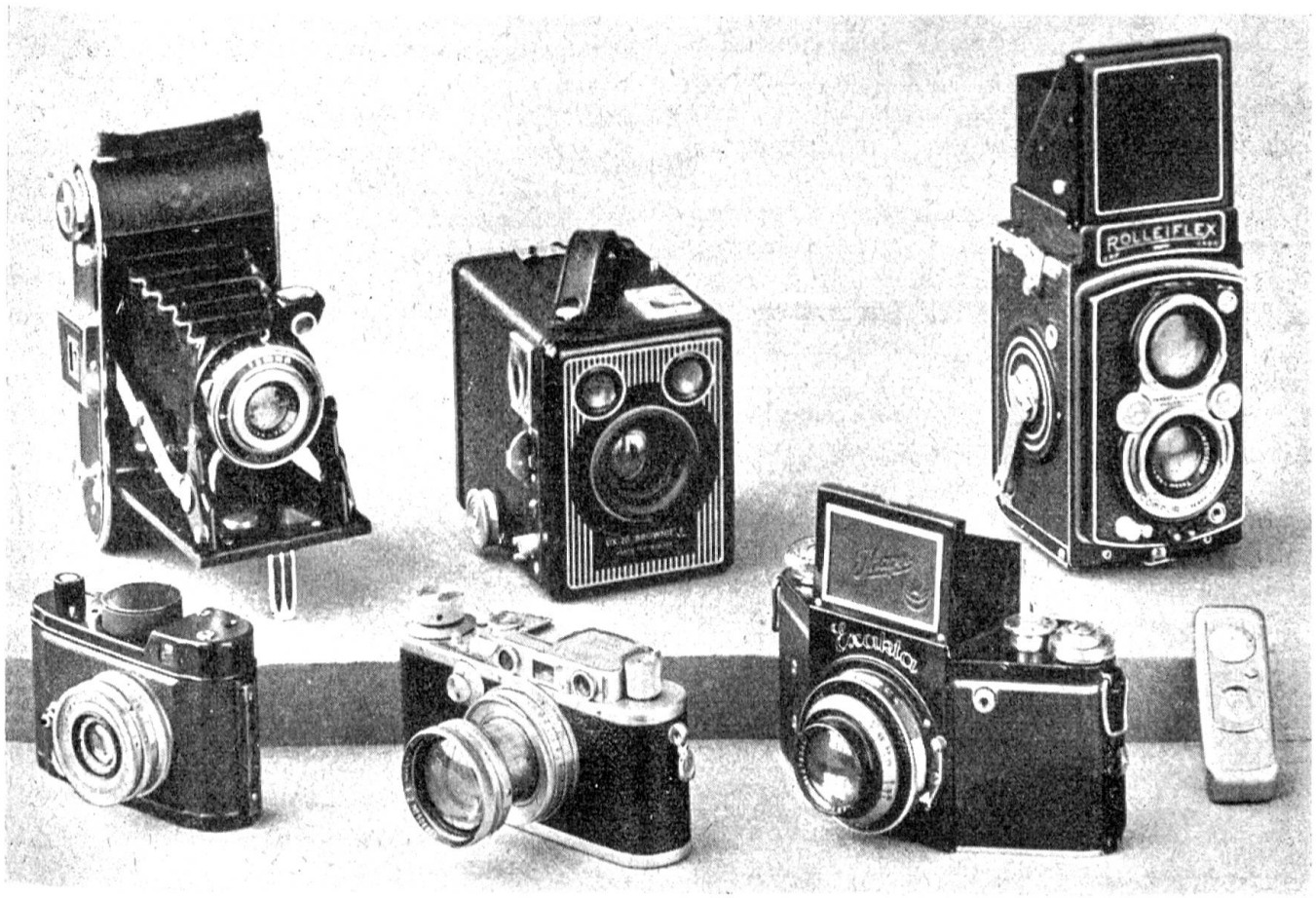
Die Entwicklung des Negativs ist durch die Feinkornentwickler für das Kleinbild bereichert worden, welche die alten Entwicklerstoffe in veränderter Zusammensetzung und mit Beigabe von Hilfsstoffen verwenden oder auch neuartige Entwicklerstoffe. Für den Amateur, der von seinen Schmalfilmaufnahmen nur ein Positiv wünscht, wurde die Umkehrentwicklung eingeführt, bei der man das erstentwickelte Negativsilber weglöst und das verbleibende Silberbromid nach erneuter Belichtung positiv entwickelt. Umkehrentwickelt werden auch Kleinbild- und Schmalfilm-Farbenfilme. Diese Entwicklung eignet sich besonders für die Kleinformate, weil sie ein sehr feines Korn erzeugt.

Die Aufnahmekamern haben ebenfalls große Umgestaltung erfahren. Vor allem sind sie viel kleiner geworden, was wegen der Verbesserung der Aufnahmeschichten, der Objektive und der Vergrößerungsgeräte ohne Verschlechterung des Bildes möglich war. Das Negativformat 6 × 9 cm ist für den Amateur schon ein großes Format; aber man braucht es nicht immer zu vergrößern. Der Fachphotograph kommt heute für die meisten Zwecke mit 9 × 12 cm aus, braucht 13 × 18 cm nur noch selten und noch seltener die für bestimmte Sonderaufgaben doch noch nötigen größeren Formate. Er schätzt für viele Aufgaben auch die wendigen, stets schußbereiten Kleinkamern. Mit der „Leica" wurde das Kleinformat 34 × 36 mm eingeführt und mit der „Rolleiflex" das quadratische Format 6 × 6 cm weit verbreitet. Es wurden auch Kamern für Schmalfilm mit dem Negativformat 10 × 15 mm gebaut und die kleinste Kamer, von der noch befriedigende Vergrößerungen 6 × 9 cm hergestellt werden können, die „Minox" verwendet das Negativformat 8 × 11 mm und zeigt die Abmessungen 17 × 21 × 28 mm und ein Gewicht von 50 g, eine wirkliche „Westentaschenkamer".

Mit der umständlich aufzustellenden 13 × 18 „Reisekamer" wird heute keine Reise mehr gemacht. Man wünscht kleines Gewicht, einfache Handhabung und rasche Aufnahmebereitschaft. Dem kommen für den bescheidenen Amateur zahlreiche billige Kastenkamern (Boxkamern) für die Kleinformate entgegen, bei denen man, wegen der geringen Tiefenschärfe der kurzbrennweitigen, wenig lichtstarken Objektive, ohne jede Verstellung nur das im Sucher gesehene Bild zu knipsen braucht. Die Rollfilmklappkamern müssen heute zur Aufnahme nicht mehr herausgezogen werden; sie sind Springkamern, die durch Druck auf einen Knopf in Aufnahmestellung springen. Eine Umwälzung im Kamerabau trat erst mit dem Auftreten der Schlitzverschluß-Kleinbildkastenkamer für hohe Ansprüche, der wohldurchdachten und handlichen Leica (Barnack 1924) ein. Sie wurde, sobald die nötigen hochwertigen Aufnahmeschichten bereitstanden, in rascher

Folge mit auswechselbaren, ausgezeichnet korrigierten Objektiven verschiedener Brennweiten und Lichtstärken ausgestattet. Die für die geringe Schärfentiefe lichtstarker Objektive nötige genaue Entfernungseinstellung wurde durch den eingebauten, mit dem Objektiv gekuppelten Entfernungsmesser erleichtert. Für die vielseitige Verwendung in Wissenschaft und Technik wurden hochwertige Zusatzgeräte geschaffen: Spezialsucher, Einrichtungen zur Naheinstellung, für Einzelaufnahmen, für kleine Gegenstände, für Diapositivherstellung; Einstellrevolver und Wechselschlitten zur Mattscheibeneinstellung, Spiegelreflexgehäuse, Mikroansatz, Stative für verschiedene Zwecke, einfache bis automatische Reproduktionsgeräte, Vergrößerungsgeräte und Kleinbildwerfer. Da ein großer Teil aller photographischen Arbeiten mit der Leica bewältigt werden konnte, führte sie das Kleinformat 24 × 36 mm zum Siege, obwohl es schade ist, daß der 35 mm breite Rollfilm infolge der für den Transport verwendeten Kinefilmlochung nicht bis zu dem bedeutend größeren Bildfeld 30 × 46 mm ausgenützt ist, was die Bilder noch deutlich verbessern würde. Eine hochwertige Präzisionskamer wie die Leica muß teuer sein. Es wurden daher, zum Teil auch in Anlehnung an die älteren Kamernformen, eine Reihe von Kleinkamern für 24 × 36 mm Negativformat gebaut, mit den billigeren Zentralverschlüssen unter Verzicht auf Objektivwechsel, mit billigeren Objektiven mit kleinerer Lichtstärke, ohne Entfernungsmesser usw. Anderseits stellte man neuartige Entfernungsmesser her, die man auch an ausziehbaren Balgkamern mit den Objektiven kuppeln konnte. Dann entstanden Kleinbildspiegelreflexkamern mit aufklappbarem Spiegel und Einstellupe, wie die „Exakta" (1933), die auf den Entfernungsmesser verzichten konnten, weil die Schärfe auf dem vom Aufnahmeobjektiv entworfenen Spiegelbild eingestellt werden kann. Das Mattscheibenbild der eigentlichen Spiegelreflexkamern umgrenzt genau das Negativbild, während die Sucherkamern mit eigenem Sucherobjektiv die unerwünschte Parallaxe zeigen: das Sucherbild ist gegenüber dem auf das Negativ fallenden etwas

Das Photogerät des Amateurs heute: Alles Rollfilmkamern. Hinten: Springkamer Billy Record, 6 × 9 cm; Kastenkamer Kodak Brownie, 6 × 9 cm; zweiäugige Spiegelreflexkamer Rolleiflex Automat, 6 × 6 cm. Vorne: Federwerkkamer Robot, 24 × 24 mm; Leica III c, 24 × 36 mm; Spiegelreflexkamer Kine-Exakta, 24 × 36 mm; Kleinstkamer Minox, 8 × 11 mm



verschoben. Die epochenmachende, vielfach nachgeahmte „zweiäugige" „Rolleiflex" (1929) ist eigentlich eine Kamer mit Großsucher; sie hat aber zur Vermeidung der Parallaxe einen mit der Objektivschiebung verbundenen Parallaxausgleich. Um in raschester Folge Aufnahmen machen zu können, entstand, in Anlehnung an die Federwerkkinokamern, die Federwerkkamer „Robot" (1902), bei der der belichtete Film sofort nach der Aufnahme selbsttätig weiterbefördert und der Verschluß gespannt wird.

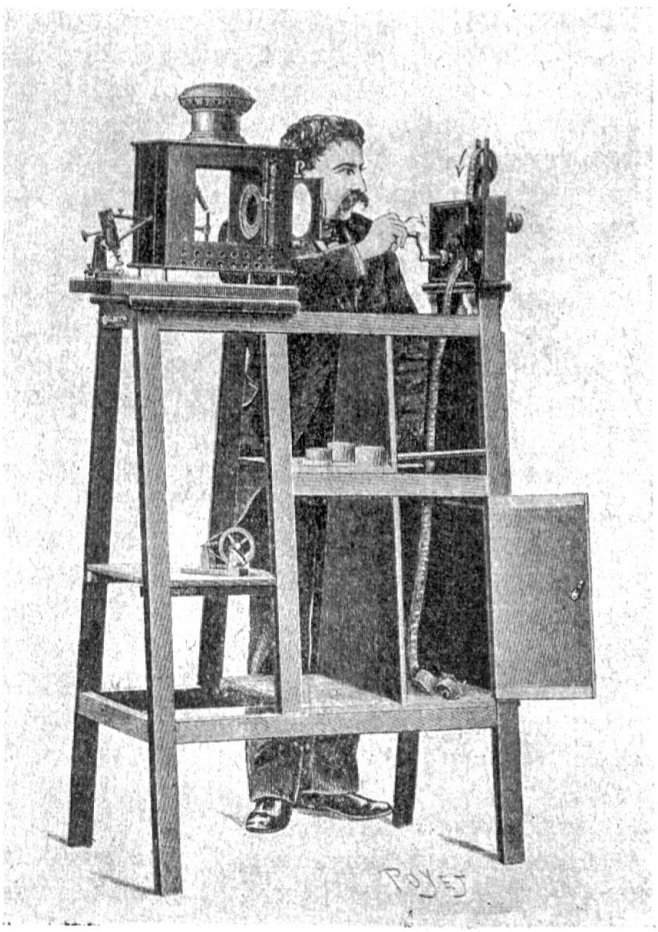
Das Licht, das die photographische Aufnahme ermöglicht, ist auch das Hauptgestaltungsmittel des photographischen Bildes, denn die Photographie ist Licht- und Schattenmalerei. Das stärkste und billigste Licht, das Sonnenlicht, ist leider sehr unzuverlässig und veränderlich in der Helligkeit. Es scheint nicht immer aus der Richtung, aus welcher der Gegenstand eindrucksvoll beleuchtet wird. Man hat daher bewegliche und für die Kurzzeitphotographie genügend starke Kunstlichtquellen geschaffen. Für die Kinematographie wurde das elektrische Bogenlicht verbessert durch Einführen von farbändernden Leuchtsalzen in die Seele der Kohlenstifte und durch die Kupfermantelkohlen zur Erzielung höchster Leuchtdichte (Becklicht 1910). Der Lichtstrom wurde durch gewaltige Spiegelscheinwerfer auf den Gegenstand gerichtet. Auch die Lichtstärke der gasgefüllten Glühlampen ließ sich durch Betrieb mit Überspannung außerordentlich steigern (Photo- und Scheinwerferlampen), allerdings auf Kosten der Lebensdauer. Statt des rauchbildenden, mit Sauerstoffträgern versehenen Magnesiumblitzpulvers schloß man feinverteiltes Magnesium oder Aluminium in Sauerstoff enthaltende Glaskolben ein und zündete diese Photofluxlampen (z. B. Vakublitz 1925) elektrisch. Seit einigen Jahren sind, von Amerika kommend, die Elektronenblitzlampen entwickelt worden, die mit starken Blitzen von nur $^1/_{1000}$ Sek. Dauer noch durchbelichtete Aufnahmen gestatten, wobei zur Hochspannung geladene Kondensatoren sich plötzlich entladen und die aufgespeicherte Energie in dieser kurzen Zeit als hohe Lichtstärke ausstrahlen.

Da eine photographische Aufnahme nur bei richtiger Belichtungszeit ein durchgearbeitetes und einwandfrei kopierbares Negativ ergibt und namentlich bei Unterbelichtung unbrauchbare Negative ohne Schattenzeichnung entstehen, sind seit Anfang der Dreißigerjahre photoelektrische Belichtungsmesser mit Selensperrschichtelementen auf den Markt, die für normale photographische Aufnahmen eine sehr schätzenswerte und für Farbenaufnahmen eine fast unentbehrliche Hilfe sind, obwohl sie nicht gestatten, die Leuchtdichte der Schatten zu messen, so daß diese gelegentlich unterbelichtet werden.

Eine Aufgabe, die erst in neuester Zeit befriedigend gelöst wurde, ist die Photographie in natürlichen Farben. Alle in die Praxis übergegangenen Verfahren beruhen auf der Dreifarbensynthese. Obwohl es, genau genommen, mit drei, selbst idealen Farben, unmöglich ist, alle Farbtöne mit ihren Abwandlungen nach Weiß, Schwarz und Grau genau wiederzugeben, können heute doch schon sehr befriedigende Farbenbilder auf Papier hergestellt werden. Die Farben in der Natur sind ja sowieso von der Farbe des Sonnenlichts abhängig, die mit dem Stand der Sonne und den meteorologischen Einflüssen beständig ändert, und außer dem Wissenschafter legt niemand besonderen Wert auf vollkommene Farbentreue. Man begnügt sich mit einem ansprechenden, naturähnlichen Bild, um so mehr als unser Farbengedächtnis mit seiner Farbenkonstanz uns Gegenstände, die wir kennen, auch bei einiger Farbtonverfälschung farbtonrichtig empfinden läßt. Bei einem im Dunkeln an die Wand geworfenen Bild ist man gegen Farbtonverfälschung überhaupt wenig empfindlich, weil die Beziehung zur natürlichen farbigen Umgebung fehlt. Daher hatte die „Autochromplatte", das Kornrasterbild mit gefärbten Kartoffelstärkekörnern, mit der A. Lumière 1907 auftrat, einen durchschlagenden Erfolg, um so mehr, als sie in der gewöhnlichen Kamer belichtet und vom Amateur selbst entwickelt werden konnte. Später wurden auch dreifarbige feine Linienraster verwendet (Dufayocolor 1935). Für Papierbilder können alle diese additiven Farbenverfahren nicht gebraucht werden, weil sich die Verschwärzlichung der Farben und die grauen „Weißen" bei bezogener Betrachtung am Tageslicht stark geltend machen. Das ebenfalls additive Linsenrasterverfahren, das bei der Aufnahme mit einem dreifarbigen Streifenfilter und einem Film mit feinen eingepreßten Zylinderlinsen arbeitet, ist auch nur für Bildentwurf verwendbar. Es wurde zuerst 1928 für Schmalfilm und Kleinbild von Kodak in den Handel gebracht, und lag 1936, als Siemens-Berthon-Verfahren in bewundernswerter Weise ausgearbeitet, für Normalkinovorführungen vor, konnte sich aber nicht durchsetzen, zum Teil

weil es, wie alle additiven Rasterverfahren, beim Bildwurf zu viel Licht braucht. Hingegen erzielten Papierbilder, die auf Grundlage der Licht- oder Entwicklungsgerbung von Chromatgelatineschichten hergestellt wurden, beträchtliche Erfolge. Es wird dazu auf panchromatische Schichten je eine Aufnahme mit einem Rot-, Grün- und Blaufilter gemacht. Für die gleichzeitige Aufnahme dieser drei Farbenauszüge baute man Strahlenteilungskamern. Die farblosen Negative kopiert man auf die zu gerbenden Schichten, die dann in Farbstoffbädern an den gegerbten Stellen, je nach Lichteinwirkung, mehr oder weniger Farbstoff aufnehmen. Die eingefärbten durchsichtigen Schichten kann man entweder auf weißem Papier aufeinander kleben oder noch naß nacheinander auf ein gelatiniertes Papier abdrücken, das den aufgenommenen Farbstoff aufsaugt (Absaugeverfahren). Häufig verwendete Verfahren auf diesen Grundlagen sind Pinatypie, Uvachromie, Duxochrom, Kodak Wash off und Dye Transfer. Mit ihnen lassen sich farbige Bilder jeden Formats herstellen, die auch durch die neuesten Verfahren nicht übertroffen werden; aber ihre Herstellung erfordert viel Erfahrung, eine große Geschicklichkeit und einen großen Zeitaufwand. Bei den neuen Farbstoffkuppelungsverfahren mit drei äußerst dünnen, übereinanderliegenden Schichten sind alle Schwierigkeiten in die Fabrik und in das Entwicklungslaboratorium verlegt. Der Photographierende hat nichts zu tun, als mit richtiger Beleuchtung und Belichtung aufzunehmen: das Übrige besorgt das Laboratorium im Massenbetrieb. Für Einzelaufnahmen von Fachphotographen werden aber auch selbstentwickelbare Farbenfilme herausgegeben. Von dem interessanten und schweren Werdegang dieser Verfahren und ihren verschiedenen Abarten kann hier nicht berichtet werden. Grundsätzlich liegen äußerst dünne, blau-, grün- und rotempfindliche Bromsilberschichten übereinander; gleichzeitig ist ihnen in irgend einer Form auch ein farbloser Stoff, der Farbstoffkuppler, einverleibt, der mit den bei der Silberentwicklung entstehenden Oxydationsprodukten eines besondern Farbentwicklers zum gewünschten Farbstoff kuppelt: zu Gelb, Purpurrot und Blaugrün. Wird die erste Entwicklung mit dem Farbentwickler ausgeführt, so entsteht ein Farbnegativ, ungefähr in den Gegenfarben des aufgenommenen Gegenstandes. Erfolgt aber die erste Negativentwicklung mit einem gewöhnlichen Entwickler, der keine kuppelnden Oxydationsprodukte liefert, so kann man, nach Belichtung des restlichen Bromsilbers, das zweite Mal mit einem Farbentwickler entwickeln, und erhält dann, nach Auflösung des mitentwickelten Silbers, mit diesem Umkehrverfahren das Positiv in den richtigen Farben. Diese Umkehrfarbentwicklung führten im Jahre 1936 die Agfa und Kodak nach etwas verschiedenen Verfahren für Schmalfilm und Kleinbilddiapositive aus. Zu farbigen Papierbildern führt aber nur das Kopierverfahren nach gegenfarbigen Negativen. Die unzähligen Schwierigkeiten, die sich der Herstellung einigermaßen farbtreuer Papierbilder entgegenstellten, wurden fast gleichzeitig von Kodak und der Agfa auf etwas verschiedenen Wegen überwunden und das farbige photographische Papierbild fängt an sich auszubreiten. Bis aber auch die ästhetische Seite der Farbenphotographie bemeistert ist, wird wohl noch einige Zeit vergehen.

Der im Jahre 1895 von A. und L. Lumière geschaffene Kinematograph, ein Universalgerät, enthielt alle wesentlichen Bestandteile der heutigen Aufnahme-, Kopier- und Wiedergabegeräte: die Filmkassetten, den Grei-



Filmvorführung 1897. Kinematograph Lumière

fer zur ruckweisen Förderung des seitengelochten 35 mm Films, die verstellbare Umlaufblende zur Verdunkelung des Filmrutsches und zur Regelung der Aufnahmezeit und, als Vorführungsgerät, noch die Gleichstrombogenlampe mit Kondensor. Es fehlten noch die Vor- und Nachwicklerzahntrommeln, die bei den damals nur 15 m langen Filmen unnötig waren.

Das Aufnahmegerät erhielt in der Folge eine den Film abziehende und eine ausgebende Zahntrommel und eine Reihe neuer Einrichtungen, welche die Aufnahme leichter und sicherer machten, wie Rollen- oder Pendelfenster zur Verminderung der Filmreibung, Sperrgreifer zur genauen Festlegung des Films während der Aufnahme, Bildsucher, Einstellmöglichkeit auf den Film oder einer Mattscheibe, Entfernungsmesser, Objektivrevolver oder -schlitten zum raschen Wechseln der Objektive, Meterzähler, Bildwechselzähler, Gegenlicht- und Sonnenschutzbalg, Maskenvorrichtungen zum Eingrenzen des Bildfeldes, Irisblende zum Überblenden zweier Szenen, Motor- oder Federwerk zum Antrieb statt der Handkurbel. Neben der schweren Atelierkammer wurden beweglichere Brust- und Schulterkamern und Freihandkamern entwickelt und mit dem Schwenk- und Fahrstativ die „entfesselte Kamer" geschaffen. Für Sonderzwecke entstanden Zeitdehner (Zeitlupen), mit denen man bei ruckweiser Filmförderung bis 500 Bilder in der Sekunde aufnehmen kann, bei gleichmäßigem Filmdurchlauf und optischem Wanderungsausgleich durch umlaufenden Spiegelkranz oder umlaufende Objektive 3000 Bilder/Sek., mit äußerst rasch umlaufenden filmbespannten Trommeln bis 40'000 Bilder/Sek., und mit der Funkenkinematographie, bei der jeder Hochspannungsfunke ein Bild liefert, sogar 3 Millionen Bilder/Sek. Werden diese Hochfrequenzaufnahmen normal, d. h. mit 16 oder 24 Bildern/Sek. vorgeführt, so erscheint der Vorgang außerordentlich verlangsamt und gestattet Einsicht in rascheste Vorgänge, die sonst nie zu ergründen wären. Als Gegensatz baut man Zeitraffer, Zusatzgeräte für die gewöhnliche Filmkamer, die bewirken, daß in regelmäßigen, längern Abständen je ein Bild aufgenommen wird. Wird von einem sehr langsamen Vorgang, der z. B. 3 Wochen dauert, alle Stunden ein Bild aufgenommen und werden die 500 Bilder in 31 Sekunden vorgeführt, so erscheint der Vorgang 58 000mal beschleunigt.

Das einfache Wiedergabegerät, das schon im vorigen Jahrhundert durch Einführung der filmschonenden Malteserkreuzschaltung mit Filmzug von $^1/_{100}$ Sekunde verbessert wurde, entwickelte sich allmählich zu einer mit höchster Präzision arbeitenden Vorführungsmaschine. Der alte „Flimmerkasten" verlor das lästige Flimmern durch Einführung der dreiteiligen Umlaufblende (Pätzold 1901), die bei 16 Bildern/Sek. die Mindestzahl von 48 Lichtwechseln hervorbrachte, bei denen das Auge den Wechsel von Hell und Dunkel auf der Bildwand nicht mehr bemerkt. Die für Großprojektion nötige Helligkeit des Bildes wurde erreicht durch Einführung der Spiegelbogenlampe (Hahn 1921) mit Beckkohlen, deren weißes Licht auch für den Farbenfilm sehr günstig ist. Damit die mit der Lichtstrahlung verbundene Hitze den heute noch verwendeten feuergefährlichen Zelluloidfilm nicht entzündet, wenn er aus irgend einem Grund im Bildfenster stehen bleibt, sind Feuerschutzvorrichtungen angebracht. Zu aller Sicherheit muß die Vorführung im Lichtspielhaus in einer feuersicheren Kabine stattfinden, in welcher der Film notfalls vollständig verbrennen kann, ohne daß der Brand auf das Haus übergreift.

Eine große Entwicklung nahm die Amateurkinematographie und die Unterrichtskinematographie nachdem der schwerentflammbare, nicht feuergefährliche Acetatfilm (Kodak 1927) in 16, 9,5 mm und später auch in 8 mm Breite hergestellt wurde, handliche Aufnahmekamern auf den Markt kamen und einfach zu bedienende Schmalfilmbildwerfer mit lichtstarken, mit Überspannung betriebenen Glühlampen.

Mit dem Auftreten des T o n f i l m s mußten Tonaufnahme- und Wiedergabeeinrichtungen zur Verwendung mit den entsprechenden Filmgeräten geschaffen werden. Die ersten Versuche der Synchronverbindung mit der Schallplatte (Gaumont und Mester 1902/1903) waren wegen der geringen Lautstärke nicht erfolgreich. Erst die Erfindung der Gitterelektronenröhre (v. Lieben 1910), die den Bau von einwandfreien Verstärkern ermöglichte, gestattete die Umsetzung der schwachen Mikrophonströme in Lichtschwankungen genügender Stärke zur Aufnahme einer im Rhythmus der Schallschwingungen geschwärzten Tonspur auf dem Film. Ebenso konnten erst jetzt die schwachen elektrischen Ströme genügend verstärkt werde, welche die Photozelle lieferte, auf die man die Lichtschwankungen wirken ließ, die durch Abtasten der Tonspur mit Lichtstrahlen erzeugt wurden. Es ist geradezu ein technisches Wunder, wie bei den vielfachen Übersetzungen mit all ihren Fehlerquellen der Verzerrung und Geräuschverstärkung am Schluß wieder eine aus-

gezeichnete Tonwiedergabe erhalten wird. Von den 16 bis 16 000 hörbaren Tonschwingungen kann der Tonfilm 50 bis 10 000 wiedergeben, was praktisch genügt. Die Tonspur wird in der Tonkamer auf Spezialfilm aufgenommen, in der Kopieranstalt entwickelt und kopiert, dann mit der Bildaufnahme zusammen geschnitten und schließlich mit letzterer zur Bildtonkopie vereinigt, die in der Bildtonmaschine, einem Stummfilmbildwerfer mit eingebautem Lichttongerät, vorgeführt wird. Die ersten Lichttonfilme mit Zackenschrift (Berglund) wurden 1911, mir Sprossenschrift (Vogt, Engl und Masolle) 1924 im Lichtspielhaus vorgeführt. Das Verfahren wurde aber in Amerika ausgebaut und kam Ende der zwanziger Jahre wieder nach Europa.

Für den Farbenfilm wurden zuerst subtraktive Zweifarbenverfahren ausgebildet, welche die beiden Seiten des Films benützten, aber nicht alle Farben wiedergeben konnten. Nachher folgten die additiven Rasterverfahren (Siemens-Berthon, Dufaycolor), die sich wegen Unwirtschaftlichkeit nicht halten konnten. Große Erfolge erzielte aber das amerikanische Technicolorverfahren (1934), das mit einer Strahlenteilungskamer mit drei Filmen für die Farbabzüge arbeitete. Die Positive werden nach einem Gelatinegerbeverfahren entwickelt, mit Farbstoffen getränkt, und genaupassend nacheinander auf einen gelatinierten Film gepreßt, der die Farben absaugt. In neuerer Zeit sind auch sehr schöne Farbenfilme nach dem Dreischichten-Negativpositivverfahren (Agfacolor 1940) in den Lichtspieltheatern gelaufen.

Schon die beschränkte Auswahl aus den wichtigsten Errungenschaften der Photographie und Kinematographie zeigt, daß unsere Jahrhunderthälfte die technischen Mittel der Lichtbildkunst zu so hoher Stufe entwickelt hat, daß sie nicht nur genaue Abbilder der Gegenstandswelt erzeugen, sondern auch die Welt der Erscheinungen in ihren flüchtigsten Augenblicken im dauerhaften Bild festhalten kann und anderseits wieder imstande ist, uns die lebendige Welt im bewegten Schauspiel vor Augen zu führen. Die Auswirkungen der Photographie für Wissenschaft, Kunst und Kultur sind heute so groß, daß man sie füglich neben die Wirkungen der Buchdruckerkunst stellen darf.

Infrarotaufnahme aus 87 km Entfernung. Stanserhorn (40 km), Finsteraarhorn, Lauteraarhorn, Schreckhorn, von der Albispaßhöhe aus. Mit Zeiß Teleobjektiv 1 : 50, Brennweite = 3 m, Schwarzfilter Agfa 83, Infrarotplatte Agfa 810 R, 13 × 18 cm; 40 Sekunden Belichtungszeit. Aufnahme: Emil Ganz, Zürich