

# Digitale Film- und Videotechnik

Eine Einführung für Medientechnik und Filmhochschulen

» Hier geht's  
direkt  
zum Buch

# DIE LESEPROBE

# 1

## Geschichte

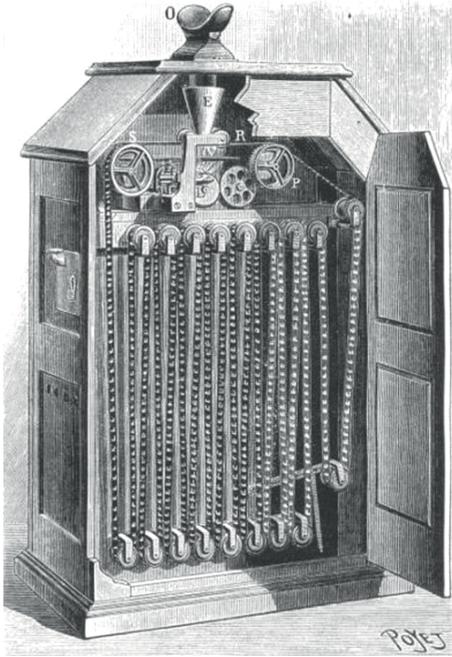
Die Geschichte der Bewegtbildmedien, das heißt, die Verwendung von Bildsequenzen, die die Illusion einer Bewegung hervorrufen, begann mit der Filmtechnik und damit mit der Aneinanderreihung fotografischer Bilder. Die Fotografie wurde zu Beginn des 19. Jahrhunderts entwickelt, nachdem bestimmte Fortschritte in den Bereichen Chemie, Optik und Mechanik gemacht worden waren. Die Lichtempfindlichkeit von Silbersalzen wurde bereits 1727 entdeckt, doch erst 1826 gelang es J. N. Niépce, ein Bild auf einer Zinnplatte festzuhalten, was mit einer Belichtungszeit von acht Stunden verbunden war. Nach dem Tode von Niépce wurde die Entwicklung von Daguerre weitergetrieben und führte zu den sogenannten Daguerreotypen, Unikaten, die noch nicht vervielfältigt werden konnten.

Um 1838 experimentierte der Engländer Talbot mit Papier als Trägermaterial, das er durch Chlorsilber lichtempfindlich machte. Das nasse Papier musste mehr als zwei Stunden belichtet werden, bevor die Umrisse der Abbildung als Negativ erschienen, das heißt, dass helle Stellen im Gegenstand dunkel wiedergegeben wurden und umgekehrt. Das Negativpapier konnte anschließend durch Wachs transparent gemacht werden, sodass nach Durchleuchtung und Schwärzung eines zweiten Chlorsilberpapiers das Positiv erschien. Die Erfindung wurde Photo Drawing oder auch Photo Graphics genannt, woraus der Name Fotografie entstand, der das wesentliche Merkmal, nämlich die nicht flüchtige Speicherung des Bildes, bezeichnet. Zu diesem Zeitpunkt waren bereits zwei wesentliche Bestandteile der modernen Fotografie entwickelt, nämlich das Negativ-Positiv-Verfahren und die Verwendung lichtempfindlicher chemischer Schichten auf Silberbasis.

Durch die Entwicklung lichtstarker Objektive und die Verbesserung der lichtempfindlichen Substanzen konnte im Laufe der Zeit die Belichtungsdauer auf ca. 30 Sekunden gesenkt werden. Eine weitere wesentliche Unterschreitung dieses Wertes wurde möglich, als um 1860 nach einem Verfahren von Gray, Bingham und Archer ein feuchtes Bindemittel auf Glasplatten aufgetragen und mit lichtempfindlichen Silbersalzen überzogen wurde. Die Platte wurde nach der Belichtung sofort einer Entwicklung unterzogen, das heißt, die belichteten Stellen wurden chemisch gewandelt, wodurch sich das unsichtbare, latente Bild erheblich verstärkte. Anschließend entfernte man die nicht gewandelten Substanzen in einem Fixierprozess. Mit der Entwicklung und Fixierung lagen zwei weitere wesentliche Bestandteile des fotografischen Prozesses vor, die es nun ermöglichten, Belichtungszeiten im Sekundenbereich zu erreichen.

Durch die Verwendung von Gelatine als Bindemittel wurde das Verfahren weiter vereinfacht, da trocken gearbeitet werden konnte und auch die Entwicklung vor Ort nicht mehr erforderlich war /83/. Eine weitere entscheidende Vereinfachung ergab sich schließlich um

1888 durch die Verfügbarkeit von Nitrozellulose als flexiblem Schichtträger. Damit war die Basis der Filmtechnik geschaffen und die Fotografie wurde massentauglich. Die Popularisierung der Fotografie begann mit der Kodak-Box von G. Eastman, die mit aufrollbarem Film geladen wurde, sodass die Handhabung sehr vereinfacht war.



**Bild 1.1**  
Kinematoskop

Der ab 1889 verfügbare Rollfilm und die verkürzten Belichtungszeiten ermöglichten es zu dieser Zeit, bereits einzelne Phasen von Bewegungen durch Reihenphotografie zu studieren bzw. bei Wiedergabe von mehr als 15 Bildern pro Sekunde einen fließenden Bewegungseindruck hervorzurufen. Mit dieser Bewegungsaufzeichnung, der Kinematographie, war ein neues Medium geboren. Neben dem flexiblen Rollfilm war dafür ein Apparat erforderlich, der den Film schnell genug transportierte und in den Transportpausen automatisch belichtete. Die Entwicklung eines solchen Apparates geschah in den Laboratorien von Thomas Alva Edison, der im Jahre 1891 den Kinematographen und das Kinematoskop als Geräte für die Aufnahme und Wiedergabe von Bewegtbildsequenzen zum Patent anmeldete (Bild 1.1). Der Filmtransport wurde dabei mithilfe einer Perforation im Film ermöglicht, die mit vier Löchern pro Bild definiert war. Das Kinematoskop war kein Projektionsgerät und damit nur für die Einzelbetrachtung geeignet. Eine Vorrichtung zur Projektion wurde in Europa entwickelt.

Im Jahre 1895 war der Cinematograph der Gebrüder Lumière (Bild 1.2) einsatzbereit, bei dem die Funktionen von Kamera und Projektor in einem Apparat vereinigt waren. Mittels eines Greifers wurden die Filmbilder vor das Bildfenster gezogen und nach kurzem Stillstand automatisch weitertransportiert. Obwohl die Brüder Skladanowski in Berlin bereits am 1. November eine Filmvorführung vor Publikum gaben, gilt die erste öffentliche Filmvorführung mit dem Gerät der Brüder Lumière am 28.12.1895 heute als Geburtsstunde des Mediums Film.



**Bild 1.2**  
Gebrüder Lumière



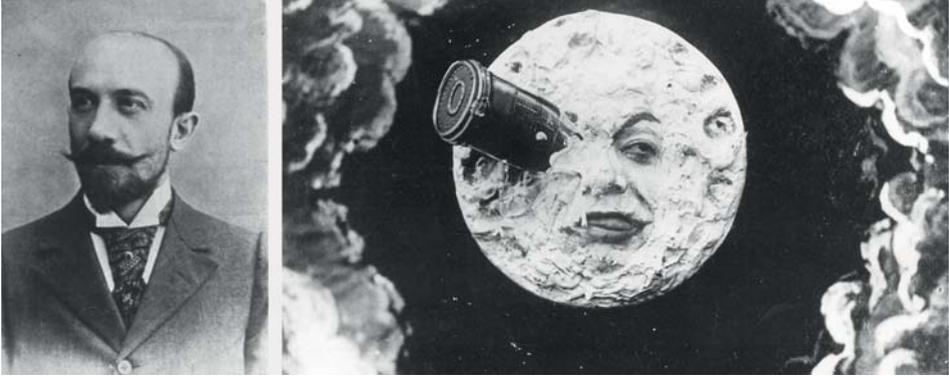
**Bild 1.3** Filmbilder aus „L'arrivée d'un train à La Ciotat“ (1895)

Zum ersten Mal war die Massentauglichkeit des Bewegtbildverfahrens als wesentliches Bestimmungsmerkmal erreicht, sodass sich die Gruppenrezeption als besonderes Spezifikum dieses Mediums etablieren konnte. Abgesehen von der Trennung von Kamera und Projektionsgerät hat sich das Grundprinzip der analogen Kinematographie seither nicht verändert: Der perforierte Filmstreifen wird bei der Aufnahme und Wiedergabe schrittweise transportiert und steht bei Belichtung bzw. Projektion still. Während des Transports wird der Lichtweg abgedunkelt. Die technische Entwicklung wurde dabei auch von Oskar Meßter vorangetrieben, der mit dem Malteserkreuz ein hochwertiges Schaltwerk für den intermittierenden Filmtransport einsetzte. Meßter gilt als Begründer der deutschen Filmindustrie und arbeitete als Techniker, Regisseur und Produzent.

Bereits ab 1897 begann durch die Brüder Pathé die Filmproduktion in großem Stil, durch die Brüder Lumière wurden die ersten Wochenschauen produziert. Ein Jahr später war mit der Doppelbelichtung bereits der erste Filmtrick entdeckt und 1902 wurde von Georges Méliès ein 16-Minuten-Film voller Spezialeffekte produziert (Bild 1.4). Der erste Animationsfilm, bei dem einzelbildweise belichtet und Objekte bewegt werden, entstand 1907.

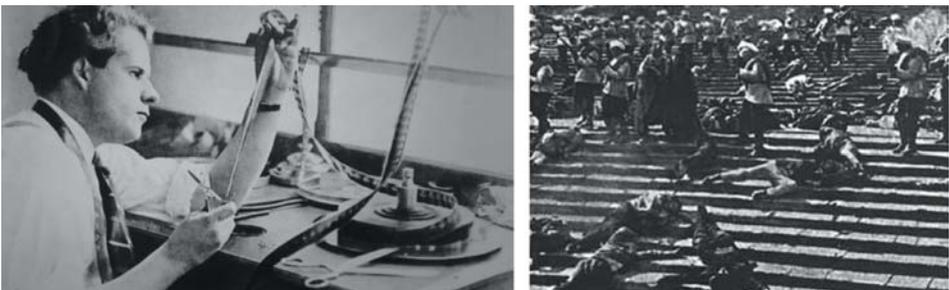
Vor dem Ersten Weltkrieg dominierten die Handkurbelkameras, die in den 1920er-Jahren mit Federwerken ausgestattet wurden und mit denen man den Film im wahrsten Sinne des Wortes drehte. Schon damals waren die Kameras mechanische Präzisionsinstrumente. Ab 1908 wurden die Geräte mit Suchern ausgestattet, die es ermöglichten, das aufgenommene

Geschehen zu beurteilen und Bildkompositionen zu erzeugen. Stative mit Schwenkköpfen wurden entwickelt, die es gestatteten, den Schwenk des menschlichen Kopfes nachzuahmen und Fahrstative ermöglichten die Illusion von Raumtiefe durch Verschiebung der Verhältnisse von Vorder- und Hintergrund.



**Bild 1.4** Georges Méliès und Filmbild aus „Die Reise zum Mond“

Parallel zur Technik wurde auch die Filmästhetik weiterentwickelt. Nachdem zunächst oft einfach reale kurze Szenen eingefangen wurden, ermöglichte es die Steigerung der Film­längen später ganze Geschichten zu erzählen. Diesbezüglich unterschied sich die Herangehensweise erheblich zwischen Ost und West. Während vor allem in den USA die Film­inszenierung und die ökonomische Seite der Produktion im Vordergrund standen, wurden diese Aspekte in der UdSSR, insbesondere von den bekanntesten Vertretern Vertov und Eisenstein abgelehnt (Bild 1.5). Sie hatten einen eher auf künstlerische und gesellschaftliche Aspekte bezogenen Ansatz mit einem starken Fokus auf der assoziativen Montage der Bilder und waren die ersten Filmtheoretiker, die das Wesen der sogenannten 7. Kunstform ergründen wollten.



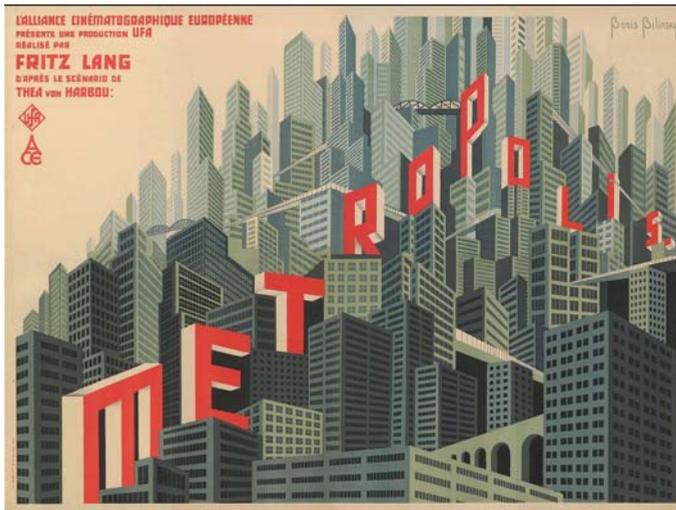
**Bild 1.5** Sergej M. Eisenstein und Filmbild aus „Panzerkreuzer Potemkin“ 1925

Eisenstein wehrt sich gegen die Formatierung des Films, die in den USA sehr früh begann. Im Jahre 1909 wurde nach einer internationalen Vereinbarung der 35-mm-Film als Standardformat festgelegt. Um 1910 begann die Konzentration im Filmgeschäft und für die regelmäßigen Produktionen wurden große Tageslichtstudios gebaut, da die künstlichen Beleuchtungseinrichtungen noch nicht weit entwickelt waren. Und so wurde 1911 auch in Hollywood, einem Vorort von Los Angeles in den USA, ein Filmstudio eröffnet, dem innerhalb eines Jahres viele weitere Studios folgten, sodass sich dieser Ort innerhalb kürzester Zeit zum Zentrum der US-Filmindustrie entwickelte. Die Studios erreichten eine monopolartige Stellung und bestimmten die Rechte über Kameras und Vorführsysteme ebenso wie das Filmverleihgeschäft. Erst 1919 gelang es Regisseuren und Schauspielern, darunter Griffith und Chaplin, mit der Gründung der United Artists die enge Verflechtung aufzubrechen (Bild 1.6). Insgesamt etablierte sich in Hollywood die industrielle Herstellung weitgehend standardisierter Filme. In großen, technisch gut ausgestatteten Anlagen wurde in sehr arbeitsteiliger Form produziert. Zusammen mit dem Starkult entstand so die „Traumfabrik“, die bis heute ihre Funktion hat und den Weltfilmmarkt dominiert.



**Bild 1.6**  
United Artists

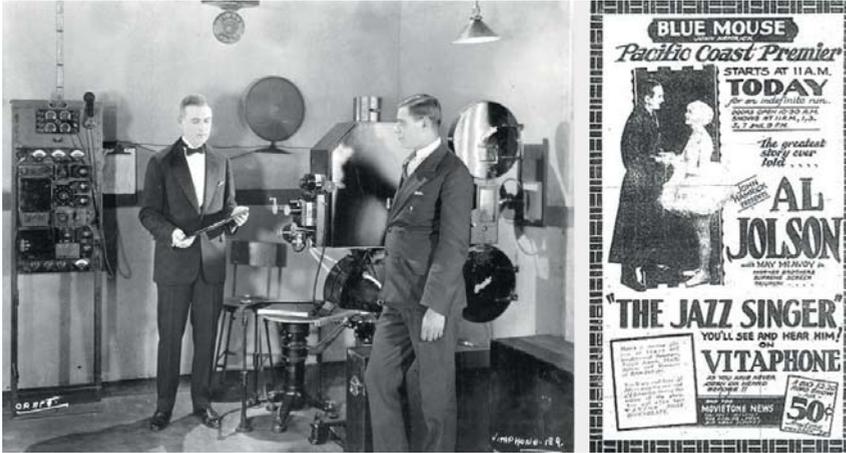
Auch in Deutschland entwickelte sich in den 1920er-Jahren mit der UFA in Babelsberg ein Filmkonzern, der ähnliche Produktionsweisen verwendete. Hier wurde viel experimentiert, unter anderem mit der „Entfesselten Kamera“, die in atemberaubende Bewegungen versetzt wurde, um extrem eindrücklichen Szenen zu erzielen. Dies geschah in einem recht kurzen, aber sehr bedeutenden Zeitraum, bevor die Kamera durch die Einführung des Tonfilms wieder „gefesselt“ wurde, was unter anderem durch die schweren Schallschutzgehäuse bedingt war. In dieser Zeit entstanden die großen deutschen Filme, wie z.B. Fritz Langs *Metropolis*, der sehr viele tricktechnische Aufnahmen enthält (Bild 1.7).



**Bild 1.7** Plakat für den Film „Metropolis“ von Boris Bilinski (1900 – 1948)

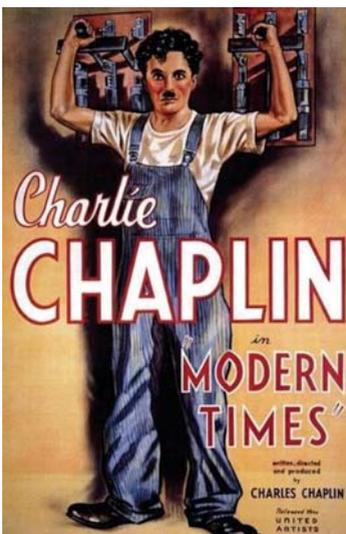
Obwohl Edison bereits früh die Idee zur Verkopplung von Bild und Tonaufzeichnungsverfahren formulierte, dauerte es bis zu den 1930er-Jahren, bis der Tonfilm ausgereift war. Das Problem des Filmtons besteht darin, dass im Gegensatz zu Rundfunk und Fernsehen ein Verfahren zur Schallspeicherung erforderlich ist. Die Entwicklung von Schallaufzeichnungsverfahren begann parallel zur Entwicklung der Kinematographie zum Ende des 19. Jahrhunderts. Das erste Verfahren war die mechanische Speicherung von Schallschwingungen auf einer Wachsrolle, die 1877 von Edison vorgestellt und als Phonograph bezeichnet wurde. Dabei werden die Schwingungen einer vom Schall angeregten Mikrofonmembran auf eine Nadel übertragen, die eine Spur in das weiche Material schreibt. Bei der Wiedergabe wird die Spur wiederum mit einer Nadel abgetastet und eine Membran oder ein Wandler zur Erzeugung elektrischer Spannungen angetrieben.

Dieses Nadeltonverfahren wurde durch das 1888 von Emil Berliner entwickelte Grammophon abgelöst, das mit einer Platte anstelle der Walze arbeitet. Seit 1902 wurden dabei Schellackplatten verwendet. Um die Spieldauer einer Filmspule mit 300 Metern 35-mm-Film zu erreichen, wiesen diese Platten einen Durchmesser von circa 40 Zentimetern auf. So konnten Tonfilme mit einer Maximaldauer von elf Minuten am Stück gezeigt werden. Obwohl der historisch als erster Tonfilm bezeichnete Film „The Jazz Singer“ aus dem Jahre 1927 (Bild 1.8) mit diesem Nadeltonverfahren arbeitete, konnte sich das Verfahren im Filmbereich nicht durchsetzen, da eine sichere Synchronisation zwischen Bild und Ton aufgrund der separierten Geräte nicht zu gewährleisten war.



**Bild 1.8** Ingenieure bei Western Electric demonstrieren das Vitaphone-Nadeltonverfahren (links), Zeitungsanzeige für den Film „The Jazz Singer“ mit dem Slogan „You’ll see and hear him!“ (rechts)

Eine unproblematische Synchronisation ergibt sich dagegen beim Lichttonverfahren, bei dem die wechselnde Schallintensität in eine veränderliche Filmschwärzung auf demselben Filmstreifen umgesetzt wird. Dieses Verfahren wird bis heute bei der analogen Filmwiedergabe verwendet, während auf der Aufnahmeseite ab den 1940er-Jahren Magnettonverfahren eingesetzt wurden. Die Entwicklung des Lichttons begann bereits zu Beginn des Jahrhunderts durch E. Ruhmer, doch erst im Jahre 1922 wurde von der deutschen Firma Triergon ein Lichttonsystem zum ersten Mal bei einer öffentlichen Vorführung verwendet. Die Patente an dem Verfahren wurden in die USA verkauft, und von dort aus setzte sich der Tonfilm nach dem Erfolg von „The Jazz Singer“ so schnell durch, dass bereits zu Beginn der 1930er-Jahre die Ära der sogenannten Stummfilme wie „Modern Times“ von Charlie Chaplin (Bild 1.9) beendet war.



**Bild 1.9** Filmplakat zu Charlie Chaplins „Modern Times“ (Stummfilm, 1936)

Diese Bezeichnung bezieht sich auf das Fehlen der direkt aufgenommenen Dialoge. Doch waren auch vor der Einführung des Tonfilms die Filmvorstellungen oft von Erzählern, Musikern und sogar Geräuschemachern begleitet, die direkt auf die dargestellten Bildsequenzen reagierten und eine besondere Form eines Live-Erlebnisses erzeugten, die auch heute noch ihre eigenen Reize hat. Die schnelle Einführung des Tonfilms hatte weitreichende Folgen. So mussten teure Tonaufzeichnungsgeräte angeschafft und bei der Produktion Rücksicht auf die Tonaufzeichnung genommen werden, was u. a. dazu führte, dass Außen- aufnahmen wegen der Störgeräusche erheblich eingeschränkt wurden und deutsche Schauspieler aufgrund von Sprachproblemen ihre US-Karrieren abbrechen mussten. Ab diesem Zeitpunkt musste zudem darauf geachtet werden, dass die Kameras sehr geräuscharm gebaut oder entsprechend mit schweren Schallschutzgehäusen versehen wurden. Zudem konnten die Kameraleute die Filmgeschwindigkeit nicht mehr frei bestimmen, sondern mussten sich an einen genormten Wert halten, der auf 24 Bilder pro Sekunde festgelegt wurde.



**Bild 1.10**

Citizen Kane, Orson Welles (Tonfilm, 1942)

Auch der Wunsch nach farbigen Abbildungen bestand sehr früh. Die Entwicklung der Farbfilmtechnik begann um 1870, die Einführung dauerte aber erheblich länger als die des Tonfilms. Nachdem zunächst mit einer nachträglichen Kolorierung der Schwarz-Weiß-Filme von Hand begonnen worden war, gelang es später, die lichtempfindlichen Emulsionen durch den Zusatz bestimmter Farbstoffe farbsensitiv zu machen. Ab 1915 verwendete man zwei Filmstreifen für Orange und Blaugrün; die Projektion erfolgte dabei ebenfalls zweistreifig. Ab 1922 konnten mit einer aufwendigen Technik die beiden Farbauszüge auf einen Filmstreifen aufgebracht werden und es kam der erste abendfüllende Farbfilm in die Kinos. Größere Bedeutung erhielt der Farbfilm aber erst durch das Technicolor-Verfahren. Dabei wurde auf drei unterschiedlich farbsensitive Streifen aufgezeichnet und die Auszüge wurden übereinander gedruckt. Der erste abendfüllende Farbfilm nach dem Technicolor-Verfahren entstand 1935. Das Verfahren erforderte jedoch Spezialkameras und war kostspie-

Fig. Einer der auch heute noch bekanntesten Filme, der das Verfahren einsetzte, war „Der Zauberer von Oz“ von 1939 (Bild 1.11).



**Bild 1.11**  
Der Zauberer von Oz,  
Victor Fleming, 1939

Preisgünstigere Farbfilm, bei denen auch aufnahmeseitig alle farbsensitiven Anteile auf einem Filmstreifen untergebracht werden konnten, standen erst ab 1948 zur Verfügung, nachdem die chromogene Entwicklung nutzbar war, die auf Erkenntnissen über die Bildung von Farbstoffen beim Entwicklungsprozess beruht und im Jahre 1912 von Fischer erstmals beschrieben wurde. Diese Erkenntnisse sind die Basis des Kodachrome-Verfahrens, das ab 1935 von Mannes und Godowsky in den USA eingeführt wurde. Ein Jahr später kam in Deutschland der Agfacolor-Film auf den Markt, der mit einem einfacheren Verfahren und mit fest in die Schicht eingebrachten Farbkupplern arbeitete. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden die Agfa-Patente durch die Siegermächte freigegeben und für die Entwicklung von Eastman-Color- und Fuji-Filmen, der zweiten bedeutenden Farbfilmmarke, verwendet.



### Meilensteine der Entwicklung des Kinos

- 1888** Der etwa zweisekündige Film „Roundhay Garden Scene“ gilt als erster mit einer Bewegtbildkamera aufgenommene Film
- 1895** Erste öffentliche Filmvorführung der Gebrüder Lumière
- 1911** Gründung des ersten Filmstudios in Hollywood
- 1919** Gründung der „United Artists“
- 1922** Erster stereoskopischer 3D-Film: „The Power of Love“
- 1927** Erster Tonfilm: „The Jazz Singer“
- 1929** Erstmals Verleihung der Academy-Awards („Oscars“)
- 1932** Technicolor „Process No. 4“ verhilft dem Farbfilm zum kommerziellen Durchbruch und macht den Namen Technicolor zum Inbegriff für den Farbfilm
- 1952** Kommerzielle Einführung des Breitbild-Films unter dem Namen „CinemaScope“ durch 20th Century Fox
- 1971** Installation des ersten permanenten IMAX-Projektionssystems

- 1975** Einführung von Dolby Stereo ermöglicht vier Audiokanäle im Lichtton
- 1990** Erster ausschließlich digital generierter Spielfilm: „The Rescuers Down Under“
- 1992** Mit Dolby-Digital hält digitaler Ton Einzug ins Kino
- 1999** Erste öffentliche digitale Kinoprojektion unter Nutzung der DLP-Technologie
- 2009** Der 3D-Blockbuster „Avatar – Aufbruch nach Pandora“ wird zum erfolgreichsten Film aller Zeiten (Stand 2022)
- 2016** Erster Film, der nativ in 8K-DCI produziert wurde: „Guardians of the Galaxy Vol. 2“



**Bild 1.12** Krieg der Sterne, George Lucas, 1977 (© Lucasfilm Ltd. & TM.)

Die Farbfilmtechnik wurde fortlaufend verbessert. Das Gleiche gilt für die Filmtontechnik. Der Ton ist dabei in besonderem Maße für die emotionale Wirkung des Films von Bedeutung. Entsprechend wurde bereits in den 1940er-Jahren mit Mehrkanalsystemen experimentiert, die das Räumlichkeitsgefühl der Audiowiedergabe steigern. Als erster Film mit Mehrkanalton gilt der Zeichentrickfilm „Fantasia“ von Walt Disney, der mit drei Tonkanälen für links, Mitte und rechts arbeitete. Etwas größere Verbreitung erreichten Mitte der 1950er-Jahre im Zusammenhang mit dem Breitbildverfahren Cinemascope vier- und sechskanalige Systeme, die bei der Wiedergabe das Magnettonverfahren verwendeten. Die Klangqualität ist hierbei vergleichsweise hoch, doch die Herstellung von Magnettonkopien übersteigt die Kosten von Lichttonkopien erheblich, sodass der Magnetton im Kino keine Bedeutung erlangen konnte. Seit Mitte der 1970er-Jahre fanden schließlich Mehrkanalsysteme erhebliche Verbreitung, die auf Lichtton beruhten. Diese Entwicklung ist bis heute eng mit dem Namen Dolby verknüpft. Neben der Entwicklung von Rauschunterdrückungssystemen gelang es den Dolby Laboratories, beim Dolby-Stereo-System vier Tonkanäle in zwei Lichttonspuren unterzubringen. Da das Verfahren abwärtskompatibel zu bestehenden Mono-Lichttonsystemen war, fand es im Laufe der Zeit eine erhebliche Verbreitung. 1992 wurde von Dolby schließlich das sechskanalige Dolby-Digital-Verfahren eingeführt, das wiederum abwärtskompatibel zu Dolby Stereo ist und nach wie vor große Bedeutung unter den digitalen Kinotonformaten hat.