

CARL HANSER VERLAG

Ulrich Schmidt

**Digitale Film- und Videotechnik**

3-446-21827-0

[www.hanser.de](http://www.hanser.de)

# 1 Geschichte

Die Geschichte der Bewegtbildmedien mit Bildsequenzen, die die Illusion einer Bewegung hervorrufen, begann mit der Filmtechnik, d. h. 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 N. Pierce, ein Bild auf einer Zinnplatte festzuhalten, was mit einer Belichtungszeit von acht Stunden verbunden war. Nach dem Tode von Pierce wurde die Entwicklung von Daguerre weitergetrieben und führte zu den sog. 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, d. h. dass helle Stellen im Gegenstand dunkel wiedergegeben wurden und umgekehrt. Das Negativpapier konnte anschließend durch Wachs transparent gemacht werden, so dass 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 Schichten konnte im Laufe der Zeit die Belichtungsdauer auf ca. 30 Sekunden erniedrigt werden. Eine weitere wesentliche Senkung 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 belichtet und dann sofort einer Entwicklung unterzogen, d. h. die belichteten Stellen wurden chemisch gewandelt, wodurch das unsichtbare, latente Bild erheblich verstärkt wurde. Anschließend wurden die nicht gewandelten Substanzen in einem Fixierprozess entfernt. 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 die Verwendung von nassen Glasplatten und die Entwicklung vor Ort entfielen [1]. 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 begann mit der Kodak-Box von G. Eastman, die mit Rollfilm geladen wurde, so dass die Handhabung sehr vereinfacht war.

Der ab 1889 verfügbare Rollfilm und die verkürzten Belichtungszeiten ermöglichten es zu dieser Zeit, einzelne Phasen von Bewegungen durch Reihenfotografie 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 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. Der Filmtransport wurde dabei mit Hilfe einer Perforation im Film ermöglicht, die mit vier Löchern pro Bild definiert war. Das Kine-

**Abb. 1.1**  
Gebrüder Lumière /2/



matoskop war kein Projektionsgerät und damit nur für die Einzelbetrachtung geeignet. Eine Vorrichtung zur Projektion wurde erst in der folgenden Zeit entwickelt.

Im Jahre 1895 war der Cinematograph der Gebrüder Lumière 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 öffentliche Filmvorführung gaben, gilt die erste öffentliche Filmvorführung mit dem Gerät der Brüder Lumière am 28.12.1895 heute als Geburtsstunde des Mediums Film.

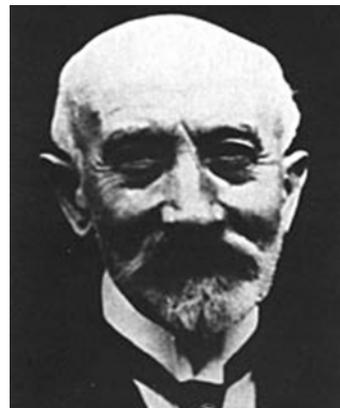
Zum ersten Mal war die Massentauglichkeit des Bewegtbildverfahrens als wesentliches Bestimmungsmerkmal erreicht, so dass sich die Gruppenrezeption als besonderes Spezifikum dieses Mediums etablieren konnte. Abgesehen von der Trennung von Kamera und Projektionsgerät hat sich das Grundprinzip der Kinematographie 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 von Oskar Meißter vorangetrieben, der mit dem Malteserkreuz ein hochwertiges Schaltwerk für den intermittierenden Filmtransport einsetzte. Meißter 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. Der erste Animationsfilm, bei dem einzelbildweise belichtet und dabei Objekte stückweise bewegt werden, entstand 1907. Im Jahre 1909 wurde nach einer internationalen



**Abb. 1.2**  
Oskar Meißter /2/

**Abb. 1.3**  
Georges Méliès /2/  
Die Reise zum Mond, 1902





**Abb. 1.4**  
Der Vagabund /2/  
Charly Chaplin, 1916

Vereinbarung der 35-mm-Film als Standardformat festgelegt. Um 1910 begann die Konzentration im Filmgeschäft. 1911 wurde in Hollywood, einem Vorort von Los Angeles in den USA, ein Filmstudio eröffnet, dem innerhalb eines Jahres viele weitere Studios folgten, so dass 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 Verleihgeschäft. Erst 1919 gelang es Regisseuren und Schauspielern, darunter Griffith und Chaplin, mit der Gründung der United Artists die enge Verflechtung aufzubrechen. Insgesamt etablierte sich in Hollywood die industrielle Herstellung weitgehend standardisierter Filme. In großen, technisch gut ausgestatteten Anlagen wird in sehr arbeitsteiliger



**Abb. 1.5**  
United Artists /2/

Form produziert. Zusammen mit dem Starkult entstand so die sog. Traumfabrik, die bis heute ihre Funktion hat und den Weltfilmmarkt dominiert. Auch in Deutschland entwickelte sich in den 20er-Jahren mit der UFA in Babelsberg ein Filmkonzern, der ähnliche Produktionsweisen verwendete. Hier entstanden die großen deutschen Filme, wie Fritz Langs Metropolis, der sehr viele tricktechnische Aufnahmen enthält. Hier konnte auch der Übergang zum Tonfilm mit vollzogen werden, der in Deutschland initiiert und zum Ende der 20er-Jahre schließlich auf Druck aus den USA durchgesetzt wurde.

**Abb. 1.6**  
Panzerkreuzer Potemkin /2/  
Sergej M. Eisenstein, 1925

Obwohl Edison bereits früh die Idee zur Verkopplung von Bild und Tonaufzeichnungsverfahren formulierte, dauerte es ca. 30 Jahre, 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 Wachsschleife, 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, die mit einer Rotationsgeschwindigkeit von 78 Umdrehungen pro Minute arbeiteten.

Obwohl der offizielle erste Tonfilm im Jahre 1927 mit diesem Nadeltonverfahren arbeitete, konnte es sich im Filmbereich nicht durchsetzen, da eine sichere Synchronisation zwischen Bild und Ton nicht zu gewährleisten war. Eine unproblematische Synchronisation ergibt sich dagegen beim Lichttonverfahren, bei dem die wechselnde Schallintensität in eine veränderliche Filmschwärzung umgesetzt wird. Dieses Verfahren wird bis heute bei der Filmwiedergabe verwendet, während auf der Aufnahmeseite ab den 40er-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 wurde die Durchsetzung des Tonfilms derart forciert, dass bereits zu Beginn der 30er-Jahre die Ära der sog. Stummfilme beendet war. Die Bezeichnung Stummfilm bezieht sich auf das Fehlen der direkt aufgenommenen Dialoge. Doch waren auch vor der Einführung des Tonfilms die Filmvorstellungen oft von Erzählern und Musikern begleitet, die direkt auf die dargestellten Bildsequenzen reagierten und eine besondere Form eines Live-Erlebnisses erzeugten, die auch heute noch ihre besonderen Reize hat.

Die kurzfristige Einführung des Tonfilms hatte weit reichende Folgen, so mussten teure Tonaufzeichnungsgeräte angeschafft und bei der Produktion Rücksicht auf die Tonaufzeichnung genommen werden, was u. a. dazu führte, dass Außenaufnahmen aufgrund der Störgeräusche erheblich eingeschränkt wurden und deutsche Schauspieler aufgrund von Sprachproblemen ihre US-Karrieren abbrechen mussten.



**Abb. 1.7**  
Metropolis  
Fritz Lang, 1927

**Abb. 1.8**  
Modern Times /2/  
Charly Chaplin, 1936





**Abb. 1.9**  
Citizen Kane  
Orson Welles, 1941

**Abb. 1.10**  
Casablanca  
Michael Curtiz, 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 Schwarzweißfilme von Hand begonnen worden war, wurde es später möglich, die lichtempfindlichen Emulsionen durch den Zusatz bestimmter Farbstoffe farbsensitiv zu machen. Ab 1915 verwendete man zwei Filmstreifen für Orange und Blaugrün, die Projektion erfolgte

ebenfalls zweistreifig. Ab 1922 konnten mit einer aufwändigen Technik die beiden Farbauszüge auf einen Filmstreifen aufgebracht werden, und es kam der erste abendfüllende Spielfilm 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 Technicolor-Verfahren erforderte Spezialkameras und war kostspielig. Preisgünstigere Farbfilme, 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 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.

Die Farbfilmtechnik wird bis heute fortlaufend verbessert. Das Gleiche gilt für die Filmtontechnik. Der Ton ist für die emotionale Wirkung des Films von sehr großer Bedeutung, entsprechend wurde bereits in den 40er-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 Kanälen für Links, Mitte und Rechts arbeitete. Etwas größere Verbreitung erreichten Mitte der 50er-Jahre



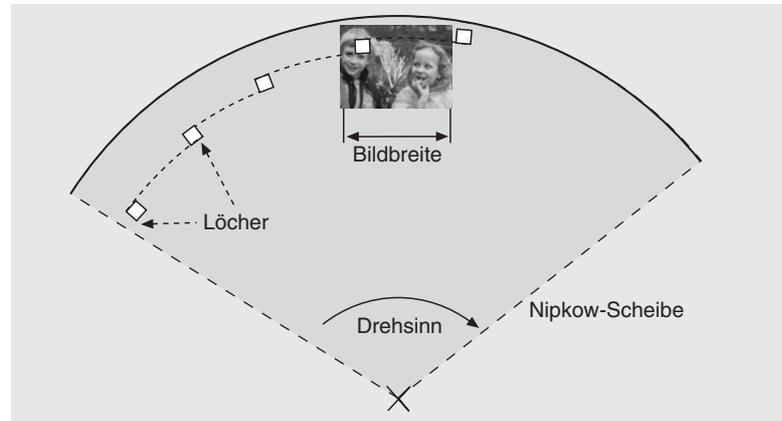
**Abb. 1.11**  
Alexis Sorbas /2/  
Michael Cacoyannis, 1964

im Zusammenhang mit Cinemascope 4- und 6-kanalige Systeme, die bei der Wiedergabe das Magnettonverfahren verwendeten. Die Klangqualität ist hierbei sehr hoch, doch die Herstellung von Magnettonkopien übersteigt die Kosten von Lichttonkopien erheblich, so dass der Magnetton im Kino keine Bedeutung erlangen konnte. Seit Mitte der 70er-Jahre fanden schließlich Mehrkanalsysteme erhebliche Verbreitung, die auf Lichtton beruhen. 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 heute die größte Bedeutung unter den digitalen Kintonformaten hat.

Neben der Einführung der Digitaltechnik im Tonbereich gewann in den 90er-Jahren auch die digitale Bildbearbeitung immer größeren Einfluss. Zum Ende des Jahrtausends sind die Computersysteme so leistungsfähig, dass längere Spielfilmsequenzen in hoher Auflösung digital gespeichert und mit hoher Komplexität bearbeitet werden können. Die Sequenzen werden anschließend wieder auf Film ausbelichtet. Die Digitaltechnik wird zukünftig nicht nur im Produktionsbereich eine Rolle spielen, sondern auch bei der Distribution und der Wiedergabe. Für die Verteilung stehen hochwertige Datenreduktionsverfahren und hoch auflösende

**Abb. 1.12**  
Einer flog über das  
Kuckucksnest /2/  
Milos Forman, 1975



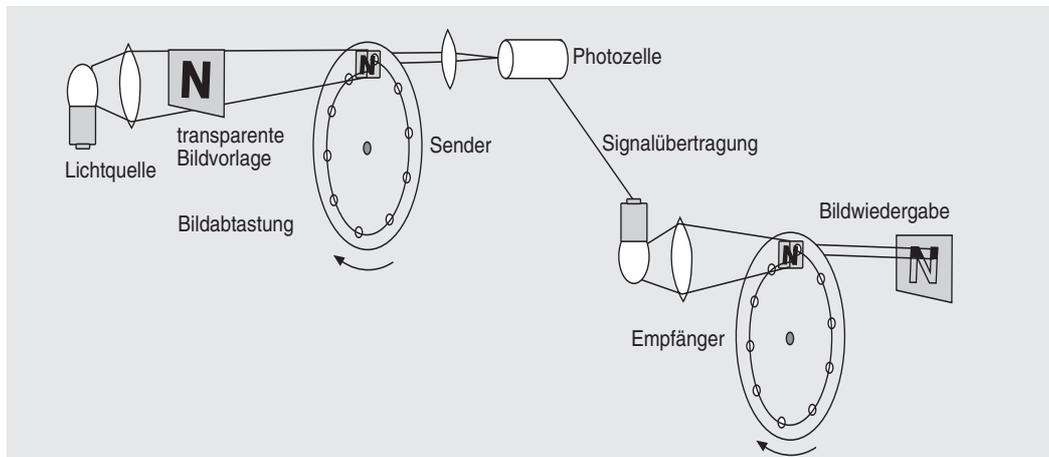


**Abb. 1.13**  
Nipkow-Scheibe

Projektoren zur Verfügung. Bei Einsatz von digitalen High-Definition-Kameras wird schließlich eine vollständige digitale Infrastruktur im Kinobereich möglich (Digital Cinema), die immer mehr dem Produktions- und Distributionssystem im Fernseh- und Videobereich ähnelt.

Die Grundlagen von Fernsehen und Video, d. h. der elektronischen Form der Bewegtbildübertragung, wurden bereits zu einer Zeit geschaffen, als der Zellulosefilm gerade entwickelt war. Es entstand die Fernsehtechnik als ein flüchtiges Medium, das als wesentlichen Unterschied zum Film die Eigenschaft hat, dass zu jedem Zeitpunkt nur die Information über einen einzelnen Bildpunkt vorliegt. Aus diesem Grunde spielte die Filmtechnik als Speichermedium bis zur Einführung von Videorecordern auch im Bereich der Fernsehproduktion eine entscheidende Rolle.

Zwei für die Fernsehentwicklung wesentliche Erfindungen wurden bereits im 19. Jahrhundert gemacht. Im Jahre 1873 entdeckte C. May die Lichtempfindlichkeit des Selens, welche es ermöglicht, elektrische Ströme in Abhängigkeit von der Lichtintensität zu steuern. Um 1875 entwickelte Carey die Idee zur Zerlegung des Bildes in einzelne Elemente. Die parallele Übertragung der zugehörigen elektrischen Signale und die Ansteuerung eines entsprechenden Lampenrasters war jedoch mit enormem Aufwand verbunden. Sehr wichtig für die Entwicklung der Fernsehtechnik ist daher die Erkenntnis, dass bei genügend schneller Abtastung die Bildpunktinformationen nicht gleichzeitig vorliegen müssen, sondern auch nacheinander übertragen werden können. Für entsprechende Realisierungskonzepte zur Bildzerlegung und Reduktion der großen Informationsflut erhielt im Jahre 1884 Paul Nipkow ein Patent. Nach Nipkow wird das Bild zeilenweise abgetastet. Dazu dient eine runde, drehbare Lochscheibe mit einer Anzahl von Löchern, die der Zeilenzahl des zerlegten Bildes entspricht. Die Löcher sind spiralförmig angeordnet, so dass die Abtastung der zweiten Zeile genau dann beginnt, wenn das erste Loch das Bildfeld verlassen hat (Abb. 1.13). Die Hellig-



keitsinformationen der abgetasteten Zeile werden fortwährend von einer hinter dem Loch angebrachten Fotozelle in elektrische Signale umgesetzt, wobei sich bei großer Helligkeit entsprechend hohe Ströme ergeben. Im Empfänger steuert das übertragene elektrische Signal die Helligkeit einer schnell reagierenden Lampe. Hinter der Lampe befindet sich eine ähnliche Nipkow-Scheibe wie im Sender. Falls beide Scheiben mit gleicher Umdrehungszahl laufen, und zwar so, dass der Beginn der ersten Zeile im Sender und im Empfänger übereinstimmen, entspricht das durch die Scheibe transmittierte Licht dem abgetasteten Bild (Abb. 1.14). Wichtige Aspekte der heutigen Videosysteme sind hier bereits anzutreffen: Die Abtastung geschieht zeilenweise, die parallel vorliegenden Informationen werden seriell übertragen, und es besteht die Notwendigkeit der Synchronisation von Sender und Empfänger.

Ab 1920 wurde die Fernsehforschung intensiviert und die Nipkow-Scheibe professionell eingesetzt. Die Scheibe auf der Empfangsseite wurde dabei noch per Handbremse zum Sendesignal synchronisiert. Die weitere Entwicklung bezog sich vor allem auf die Steigerung der Bildauflösung. Die damit verbundene Übertragung einer erhöhten Informationsdichte war eng mit der Erschließung kurzwelliger Radiofrequenzbereiche (UKW) verknüpft, in denen größere Bandbreiten zur Verfügung stehen. Die Fernseh-Sendegeschichte begann 1935, als in Deutschland der weltweit erste regelmäßige Fernsehdienst eröffnet wurde, ohne dass eine elektronische Kamera zur Verfügung stand. Live-Übertragungen unter dem Einsatz der Nipkow-Scheibe waren sehr aufwändig, daher diente meist konventioneller Film als Zwischenstufe vor der Bildwandlung. Fast alle aktuellen Beiträge wurden zunächst auf Film aufgezeichnet und über Filmabtaster mit der Nipkow-Scheibe umgesetzt. Die erste elektronische Kamera, das Ikonoskop, wurde 1936, kurz vor der Berliner Olympiade, vorgestellt. Durch den Einsatz der Braunschen Röhre auf der

**Abb. 1.14**  
Das Bildübertragungsprinzip mit der Nipkow-Scheibe

► **TV-Entwicklung  
in Europa:**  
**1950 S/W-TV-Beginn**  
**1960 Erste MAZ**  
**1970 Farb-TV-Beginn**  
**1980 Heimvideogeräte**  
**1990 Digitalisierung**  
**2000 DVB, HDTV**

Aufnahme- und Wiedergabeseite konnten schließlich alle mechanischen Elemente aus den Bildwandlungssystemen entfernt werden.

In Großbritannien erfolgte 1937 die erste Außenübertragung, in den Jahren 1938 und 1939 begannen die ersten öffentlichen Programmausstrahlungen in Frankreich und in den USA. Die Fernsehentwicklung wurde in Europa wegen des Krieges unterbrochen. Wesentlicher Träger der Entwicklung waren nun die USA, wo 1940 bereits mehr als 23 TV-Stationen arbeiteten und 1941 die bis heute gültige 525-Zeilen-Norm eingeführt wurde. Hier wurde auch früh mit den ersten Farbfernsehversuchen begonnen. Bereits 1953 war das aktuelle vollelektronische, S/W-kompatible NTSC-Farbfernsehsystem (National Televisions Systems Committee) entwickelt. Japan und die meisten Staaten Südamerikas übernahmen NTSC, aber in Europa wurde das Verfahren wegen der schlechten Farbstabilität (Never the same colour) nicht akzeptiert. In Frankreich wurde als Alternative SECAM (séquentiel couleur à mémoire) und in Deutschland das PAL-Verfahren (Phase Alternation Line) eingeführt. Dieses 1963 bei Telefunken entwickelte System ist farbstabil und mit weniger Problemen behaftet als SECAM, so dass viele Staaten das bis heute gültige Verfahren übernahmen. Die regelmäßige Ausstrahlung von PAL-Sendungen in Deutschland begann 1970. Als einziger Übertragungsweg stand dafür zunächst die terrestrische Ausstrahlung unter Nutzung einer erdbodennahen elektromagnetischen Welle zur Verfügung. In den 70er- und 80er- Jahren kamen als Alternativen die satellitengestützte und die kabelgebundene Übertragung hinzu, die heute die terrestrische Ausstrahlung weitgehend verdrängt haben.

Auch das hoch entwickelte PAL-Verfahren ist mit Artefakten verbunden, an deren Eliminierung in den 80er-Jahren gearbeitet wurde. Dies geschah bereits mit Blick auf eine wesentlich höhere Bildauflösung (HDMAC). Die Entwicklung dieser noch analogen Systeme wurde aber durch

die Digitaltechnik rasch überholt, insbesondere nachdem die Möglichkeit deutlich wurde, sehr effiziente Datenreduktionsverfahren (MPEG) einzusetzen. Das letzte Jahrzehnt vor der Jahrhundertwende ist geprägt von dem Versuch der Einführung eines PAL-kompatiblen Breitbildsystems (PALplus) und der Entwicklung digitaler Übertragungsverfahren. Das entsprechende System für das Digital Video Broadcasting (DVB) ist ab 2000 in Europa weitgehend verfügbar und wird von sehr vielen außereuropäischen Staaten übernommen.

**Abb. 1.15**  
 Das Boot  
 Wolfgang Petersen, 1981



Bis zum Ende der 80er-Jahre galt, dass das PAL-Signal sowohl Sende- als auch Produktionsstandard war. Im Produktionsbereich trat ein erheblicher Wandel ein, als ab 1960 elektronische Magnetbandaufzeichnungsverfahren zur Verfügung standen. Nach den ersten Geräten, die mit Magnetbändern von ca. 5 cm Breite arbeiteten, wurden bis zum Ende der 80er-Jahre die kostspieligen MAZ-Formate B und C verwendet, noch mit offenen Spulen und Bändern von 2,5 cm Breite. Als sich mit Betacam SP die Verfügbarkeit eines preiswerteren MAZ-Systems auf Kassettenbasis abzeichnete, wurde der Wechsel zu dem bei diesem Format verwendeten Komponentensignal als Standard im Produktionsbereich vollzogen. Mitte der 80er-Jahre waren sowohl preiswerte Videorecorder für den Heimgebrauch als auch bereits erste digitale MAZ-Systeme verfügbar und im Laufe der Zeit waren alle Studiogeräte auf digitaler Basis erhältlich. Nachdem die Digitalisierung im Produktionsbereich weitgehend abgeschlossen ist, ist die Entwicklung vom Einsatz von Studiogeräten geprägt, die mit Datenreduktion arbeiten. Als nächster Schritt steht die digitale Vernetzung der Produktionskomplexe bevor, denn die Digitaltechnik findet sich nicht nur im Videobereich, sondern ist die Basistechnologie im Computerbereich und für die Telekommunikation. Die Annäherung der drei Bereiche unter Ausnutzung von Synergieeffekten ist bestimmend für die zukünftige Entwicklung.

Der erhebliche Wandel, der seit den 90er-Jahren durch die Digitalisierung erfolgte, hat im Film- und Fernsehbereich starke Auswirkungen. Man spricht generell von der Konvergenz der Medien: Die Bereiche Video- und Filmtechnik nähern sich immer weiter an. Professionelle und Heimgeräte weisen immer mehr gleiche Funktionalität auf. Videoproduktionen erfolgen nicht mehr nur in Standardauflösung, sondern auch mit hoher Auflösung als HDTV (High Definition TV), das für den Filmbereich eine immer stärkere Rolle spielt. Hinzu kommen digitale Bilder mit geringer Auflösung (LDTV) für Multimediaproduktionen und nicht zuletzt für die Videoübertragung im Internet. Es entstehen neue Datenträger (DVD) und Netzwerke für Videosignale. Filmtonformate werden für den Videobereich übernommen, elektronische Projektoren beherrschen immer höhere Bildauflösungen, d. h. insgesamt finden videotechnische Mittel immer mehr Eingang in die Filmproduktion.

**Abb. 1.16**  
Jurassic Park  
Steven Spielberg, 1993

