



Leseprobe

Ulrich Schmidt

Digitale Film- und Videotechnik

Filmeigenschaften, Videotechnik und HDTV, Filmabtastung,  
High-Definition-Kamera, Digitale Aufzeichnung, Digital Intermediate,  
Digital Cinema, Stereo-3D

ISBN: 978-3-446-42477-7

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-42477-7>

sowie im Buchhandel.

## 2 Filmtechnik

### 2.1 Film als Speichermedium

Film stellt ein Bildspeichermedium dar, mit dem Bewegungsvorgänge wiedergegeben werden können (Motion Picture Film). Die Bewegung wird zeitlich diskretisiert, in einzelne Phasen zerlegt, die jeweils in einem Einzelbild festgehalten werden. Bei einer Präsentation von mehr als 20 Bildern pro Sekunde kann der Mensch die Einzelbilder nicht mehr trennen, und es erscheint ihm ein Bewegtbild.

Das Einzelbild entsteht über den fotografischen Prozess. Die Fotografie nutzt den Effekt, dass sich Silberverbindungen unter Lichteinwirkung so verändern, dass in Abhängigkeit von der örtlich veränderlichen Intensität unterschiedliche Schwärzungen auftreten. Das lichtempfindliche Material wird auf ein transparentes Trägermaterial aufgebracht, das für Filmanwendungen sowohl geschmeidig als auch sehr reißfest sein muss und zudem über lange Zeit formbeständig bleibt. Diese Forderungen werden sehr gut von Zellstoffmaterialien erfüllt, die mit einem Weichmacher behandelt werden. Bis in die 50er-Jahre des 20. Jahrhunderts hinein wurde Zellulose-Nitrat, der so genannte Nitrofilm, als Trägermaterial verwendet. Dieser erfüllte die Anforderungen, hat aber die Eigenschaft, leicht entflammbar zu sein, was häufig zu sehr schweren Unfällen führte. Heute wird der so genannte Sicherheitsfilm aus Zellulose-Triacetat verwendet, oder der Träger besteht aus Polyesterkunststoff. Polyester ist formstabiler und reißfester als das Zellulose-Material, lässt sich aber nicht mit gewöhnlichen Mitteln kleben, so dass Polyester (bei Kodak Estar genannt) gut bei Endprodukten verwendet werden kann, die nicht mehr bearbeitet werden.

Auf das Trägermaterial von etwa 0,15 mm Stärke wird die lichtempfindliche Schicht aufgetragen. Die Schicht hat eine Stärke von ca. 7  $\mu\text{m}$ , die bei neueren Filmen eine Toleranz von maximal 5 % aufweist. Darüber wird eine dünne Schutzschicht aufgebracht, die Beschädigungen der

► **Film stellt ein Bildspeichermedium dar, mit dem Bewegungsvorgänge wiedergegeben werden können. Die Bewegung wird zeitlich diskretisiert, in einzelne Phasen zerlegt, die jeweils in einem Einzelbild festgehalten werden. Bei einer Präsentation von mehr als 20 Bildern pro Sekunde kann der Mensch die Einzelbilder nicht mehr trennen, und es erscheint ihm ein Bewegtbild.**

Oberfläche verhindern soll. Auf der Filmrückseite befindet sich ebenfalls eine Schutzschicht. Sie ist bei Aufnahme­filmen grau eingefärbt, um zu verhindern, dass Licht von der Filmrückseite wieder zur lichtempfindlichen Schicht reflektiert wird und dort so genannte Lichthöfe bildet. Als Hersteller von Filmmaterialien hat seit langer Zeit die Firma Eastman/Kodak eine sehr große Bedeutung.

### 2.1.1 Filmschwärzung

Die lichtempfindliche Schicht besteht aus einer Emulsion aus Gelatine, in die als Lichtrezeptoren Silbersalze, meist Silberbromid, eingemischt sind, also eine molekulare Verbindung von  $\text{Ag}^+$  und  $\text{Br}^-$ . Das Silberbromid liegt in kristalliner Form vor und weist eine eigene Gitterstruktur auf. Unter Einwirkung von Lichtenergie kann sich ein Elektron vom Bromion lösen und ein Silberion neutralisieren. Damit entsteht undurchsichtiges metallisches Silber, das das Kristallgefüge an dieser Stelle stört. Bei sehr langer Belichtung geht schließlich das gesamte Silberbromid in seine Bestandteile über und macht das Material undurchsichtig. Bei kurzer Belichtung entsteht das Silber in so geringen Mengen, dass kein sichtbares, sondern nur ein latentes Bild entsteht. Das Material kann anschließend einer chemischen Behandlung, der Entwicklung, mit Hilfe von Substanzen auf Benzolbasis unterzogen werden, wobei die geringe Kristallstörung des latenten Bildes so verstärkt wird, dass der gesamte Kristall zu Silber und Brom zerfällt und eine veränderte Gitterstruktur aufweist. Durch den Entwicklungsprozess wird die Wirkung der Belichtung um einen Faktor zwischen  $10^6$  und  $10^9$  verstärkt, was die heute verwendbaren geringen Belichtungszeiten ermöglicht. Dabei bildet sich in hellen Bildpartien schneller Silber als in dunklen, d. h. diese Bereiche werden weniger transparent, und es entsteht ein invertierter Bildeindruck (negativ). Der Grad der Silberbildung bzw. Schwärzung ist vom Grad der Beleuchtungsstärke abhängig und weiterhin durch die Art der Entwicklung beeinflussbar. Unbelichtete Stellen bleiben nicht völlig transparent, auch hier bildet sich ein wenig Silber. Dieses mindert den Kontrast und wird als Schleier bezeichnet.

Durch die Entwicklung allein entsteht noch kein dauerhaftes Bild, denn das Silberbromid, das noch nicht zerfallen ist, ist weiter lichtempfindlich, so dass Lichteinfall zu weiterer Schwärzung führt. Vor dem und während des Entwicklungsprozesses darf das Filmmaterial also nicht dem Licht ausgesetzt werden, da sonst der gesamte Film geschwärzt wird. Kritisch ist dabei vor allem energiereiche kurzwellige elektromagnetische Strahlung, die dem Auge blau erscheint.

Um die Filme lichtecht zu machen wird durch einen so genannten Fixiervorgang in einer Thiosulfatlösung das überschüssige Silberbro-

► **Durch den Entwicklungsprozess wird die Wirkung der Belichtung um einen Faktor zwischen  $10^6$  und  $10^9$  verstärkt, was die geringen Belichtungszeiten ermöglicht. Dabei bildet sich in hellen Bildpartien schneller Silber als in dunklen, d. h. diese Bereiche werden weniger transparent, und es entsteht ein invertierter Bildeindruck.**

mid abgelöst und durch die folgende Wässerung herausgewaschen. Anschließend wird der Film getrocknet, was einen großen Teil der Gesamtbearbeitungsdauer in Anspruch nimmt.

Um zu einem Positiv zu kommen gibt es zwei Möglichkeiten: das Negativ/Positiv- und das Umkehrverfahren. Bei Ersterem wird zum zweiten Mal negiert, indem das erste Negativ mit Hilfe gleichmäßiger Beleuchtung auf einen zweiten Film kopiert wird. Nachdem auch dieser der beschriebenen Entwicklung unterzogen wurde, entsteht schließlich das Positivbild, das im Idealfall die gleiche Leuchtdichteverteilung wie die Originalszene hervorruft.

Beim Umkehrverfahren wird kein zweiter Film benötigt. Hier wird zunächst auch der Film entwickelt, statt aber anschließend das unbelichtete Silberbromid zu beseitigen, wird in einem chemischen Bleichprozess das metallische Silber entfernt und das Silberbromid bleibt zurück. Anschließend wird der Film diffusem Licht ausgesetzt, so dass nach einer zweiten Entwicklung und anschließender Fixierung die ursprünglich dunklen Bildpartien geschwärzt erscheinen /4/.

Aufgrund der Trennung in zwei Schritte erlaubt der Positiv/Negativ-Prozess mehr Spielraum bei der Belichtung als das Umkehrverfahren, außerdem ist er gut geeignet, wenn von einem Negativ mehrere Positive kopiert werden sollen. Der Vorteil des Umkehrfilms ist die Zeitersparnis, da der aufwändige Kopierprozess entfällt. Dieser Vorteil kommt z. B. zum Tragen, wenn Filmmaterial für aktuelle Fernsehberichterstattung verwendet wird, was im Zeitalter der elektronischen Berichterstattung jedoch nur noch selten der Fall ist. Heute wird im Fernsehbereich Negativfilm fast nur noch für szenische Produktionen verwendet. Nach der Umsetzung in ein elektronisches Signal mittels Filmabtastung kann das Positiv einfach durch Signalinvertierung gewonnen werden.

Die Empfindlichkeit des Filmmaterials wird neben der Anzahl der in der Emulsion befindlichen Silberbromid-Kristalle wesentlich von deren Größe bestimmt. Große Kristalle führen zu hoher Empfindlichkeit, denn sie fangen zum einen mehr Licht auf als kleine und bilden zum anderen anschließend auch mehr Silber. Die Silberbildung geht mit großen Kristallen schneller, im Englischen sagt man, der Film habe mehr speed. Die Kristallgröße kann bei der Herstellung der Emulsion beeinflusst werden, und damit können Filme verschiedener Empfindlichkeit produziert werden. Je größer die Kristalle werden, desto stärker werden sie als so genanntes Filmkorn wahrnehmbar. Auch wenn das Filmkorn (Grain) im Einzelnen nicht sichtbar ist, sind doch die Körner statistisch unregelmäßig verteilt und führen so zu einer örtlich veränderlichen Dichte, die besonders bei Grautönen als unregelmäßige, rauschartige Überlagerung des eigentlichen Bildes sichtbar wird und ein wesentliches Charakteristikum des so genannten Filmlook darstellt. Das Filmnegativ hat hier den

► Die Empfindlichkeit des Filmmaterials wird neben der Anzahl der in der Emulsion befindlichen Silberbromid-Kristalle wesentlich von deren Größe bestimmt. Große Kristalle führen zu hoher Empfindlichkeit, denn sie fangen zum einen mehr Licht auf und bilden zum anderen anschließend auch mehr Silber. Die Silberbildung geht mit großen Kristallen schneller, man sagt, der Film habe mehr speed.

größten Einfluss, da es meist empfindlich ist. Das Kopiermaterial kann dagegen feinkörnig sein, da zum Ausgleich der geringeren Empfindlichkeit mit intensivem Kopierlicht gearbeitet werden kann.

Die Filmempfindlichkeit wird außerdem von der Energie der Lichtwelle bestimmt. Da kurzwellige Strahlung energiereicher ist, liegt vor allem Blauempfindlichkeit vor. Wie bereits angedeutet, kann die Emulsion aber mit Farbstoffen verändert werden, so dass sie auch für andere Wellenlängenbereiche sensibel wird. Dieser Umstand ist für die Entwicklung des Farbfilms von großer Bedeutung.

### 2.1.2 Farbfilm

Farbfilme erfordern lichtempfindliche Schichten, die nur auf bestimmte Wellenlängenbereiche ansprechen. Aus der Theorie der Farbmischung ist bekannt, dass sich Farben aus nur drei Anteilen ermischen lassen, die in ihrer Intensität variiert werden. Ein großer Bereich natürlicher Farben wird erfasst, wenn die Grundfarben Rot, Grün und Blau verwendet werden. Die Mischung von Licht aus derartigen Quellen wird additive Mischung genannt. Subtraktive Mischung liegt dagegen vor, wenn Farbanteile aus weißem Licht herausgefiltert werden [7]. Die dazugehörigen Grundfarben sind dann die Komplementärfarben von Rot, Grün und Blau, also Blaugrün (Cyan), Purpur (Magenta) und Gelb (Yellow).

Farbfilme sind so aufgebaut, dass drei voneinander getrennte Emulsionen übereinander liegen (Abb. 2.1). Die Emulsionen werden so sensibilisiert, dass sie jeweils für einen der drei genannten Anteile des sichtbaren Lichtspektrums, also Rot, Grün und Blau, empfindlich werden. Im Negativmaterial ist die oberste Schicht blauempfindlich, darunter folgen die grün- und rotempfindlichen Schichten, die von Ersterer durch eine Gelbfilterschicht getrennt sind, die blaues Licht von ihnen fernhält.

Das Problem beim Farbfilm ist, dass die Silberbildung zur Schwärzung und nicht zur Färbung führt. Um Farbstoffe bilden zu können, werden Farbkuppler in die Emulsionsschicht eingebaut. Damit entstehen bei der Belichtung wie beim Schwarzweißfilm latente Bilder in den Schichten, die für die jeweilige Farbe empfindlich sind. Die Farbstoffe entstehen erst im anschließenden Farbentwicklungsprozess. Bei der Umwandlung des Silbers aus dem Silberbromid wird der Farbentwickler oxidiert. Dieser kann eine Verbindung mit den Farbkupplern eingehen und es bilden sich Farbstoffe, die als Farbstoffwolken die Silberkörner einhüllen. Die Farbstoffe sind komplementär zu den ursprünglichen Lichtfarben, für die der Film empfindlich war, und ihre Intensität hängt von der Belichtung ab. Je mehr rotes Licht beispielsweise vorhanden ist, umso mehr blaugrüner Farbstoff entsteht. Bei weißem Licht bilden sich Farbstoffe in allen drei Schichten und mindern die Transparenz über den

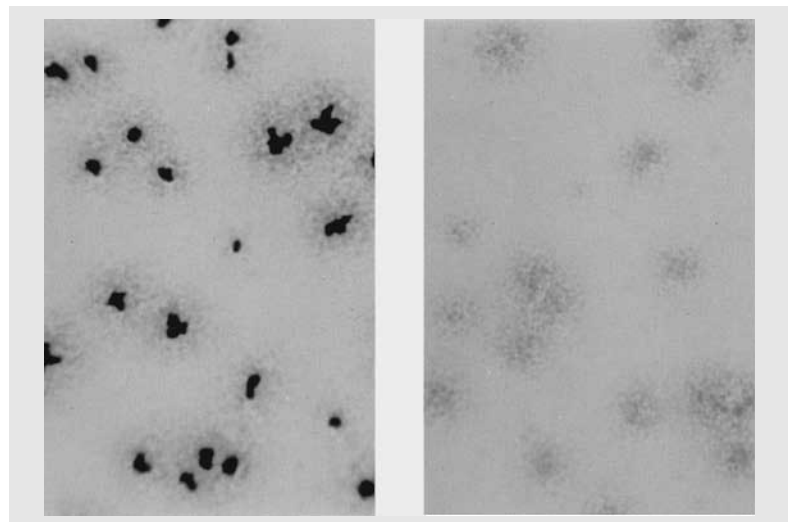


**Abb. 2.1**  
Maßstabsgerecht vergrößerter Querschnitt durch Negativ-Filmmaterial mit drei farbsensitiven Schichten [6]

gesamten Spektralbereich. Das Farbnegativ beinhaltet somit ein helligkeitsinvertiertes Bild in Komplementärfarben. Die Silbersalze, die von den Farbstoffen umhüllt werden, sind jetzt störend und werden in einem Bleichbad entfernt und nachdem im Fixiervorgang auch das unbelichtete Silberbromid entfernt ist, liegt das lichtechte Farbnegativ vor. Abbildung 2.2 zeigt links den Farbfilm nach der Farbentwicklung allein und rechts mit zusätzlicher Behandlung im Bleich- und Fixierbad. Links sind die von den Farbstoffwolken umhüllten Silberkörner zu sehen, rechts die Farbstoffwolken allein /6/.

Der Positivfilm verhält sich ähnlich wie der Negativfilm, auch er speichert wiederum die jeweiligen Komplementärfarben. Bei einem Kopiervorgang mit weißem Licht entsteht bei diesem Farb-Negativ-Positiv-Prozess im Positivfilm also ein Farbbild, das nach der zweiten Invertierung wieder weitgehend der Originalabbildung entspricht. Als Beispiel für einen Negativ-Positiv-Prozess sei eine Szene betrachtet, die ein rotes Objekt enthält: Das vom Objekt reflektierte Licht erzeugt im Film einen cyanfarbenen Farbstoff. Beim Kopierprozess durchdringt das Licht das entwickelte Negativ, wobei die Rotanteile herausgefiltert und im Positivfilm nur die Farbschichten angeregt werden, die für Blau und Grün empfindlich sind. Bei der Farbentwicklung werden hier nun wiederum die Farbstoffe Gelb und Magenta erzeugt. Diese filtern schließlich das Projektionslicht so, dass auf der Leinwand Rot zu sehen ist, da das für Rot wirkende Cyanfilter als einziges im Positiv nicht vorhanden ist.

Auch beim Farbfilm kann mit dem Umkehrverfahren gearbeitet werden, bei dem bei der chemischen Behandlung direkt das Positiv entsteht. Abgesehen vom Bleichvorgang zur Entfernung des Silbers, entspricht das Verfahren dem des Schwarzweiß-Umkehrprozesses.



**Abb. 2.2**  
Vergrößerter Filmausschnitt:  
links vor dem Bleichvorgang, rechts danach /6/

## 2.2 Filmformate

Filmformate beinhalten Angaben über die Filmbreiten, die Bildfeldgrößen, die Perforationen und die Orientierung. Die Bezeichnungen werden über die äußeren Filmbreiten festgelegt. Heute werden vornehmlich 16-mm- und 35-mm-Filme verwendet, seltener 8-mm- und 65-mm- bzw. 70-mm-Filme. Die Breiten und Bildfeldgrößen haben sich historisch früh etabliert und sind anschließend nicht wesentlich verändert worden, so dass Film heute den großen Vorteil hat, ein international austauschbares Medium zu sein, eine Eigenschaft, die in Zeiten von Multimedia und ständig wechselnden Daten- und Fileformaten eine wichtige Besonderheit darstellt. Aufgrund der Tatsache, dass die Bildgrößen konstant blieben, die Auflösungs- und Farbqualität im Laufe der Zeit aber immer weiter gesteigert werden konnten, stellt Film hinsichtlich dieser Parameter ein hervorragendes, hochqualitatives Medium dar, dessen Eigenschaften auf elektronischer Basis erst mit sehr hoch entwickelter Digitaltechnik annähernd erreicht werden.

► **Die Breiten und Bildfeldgrößen haben sich historisch früh etabliert und sind anschließend nicht wesentlich verändert worden, so dass Film heute den großen Vorteil hat, ein international austauschbares Medium zu sein, eine Eigenschaft, die in Zeiten von ständig wechselnden Daten- und Fileformaten eine wichtige Besonderheit darstellt.**

### 2.2.1 Filmbreiten

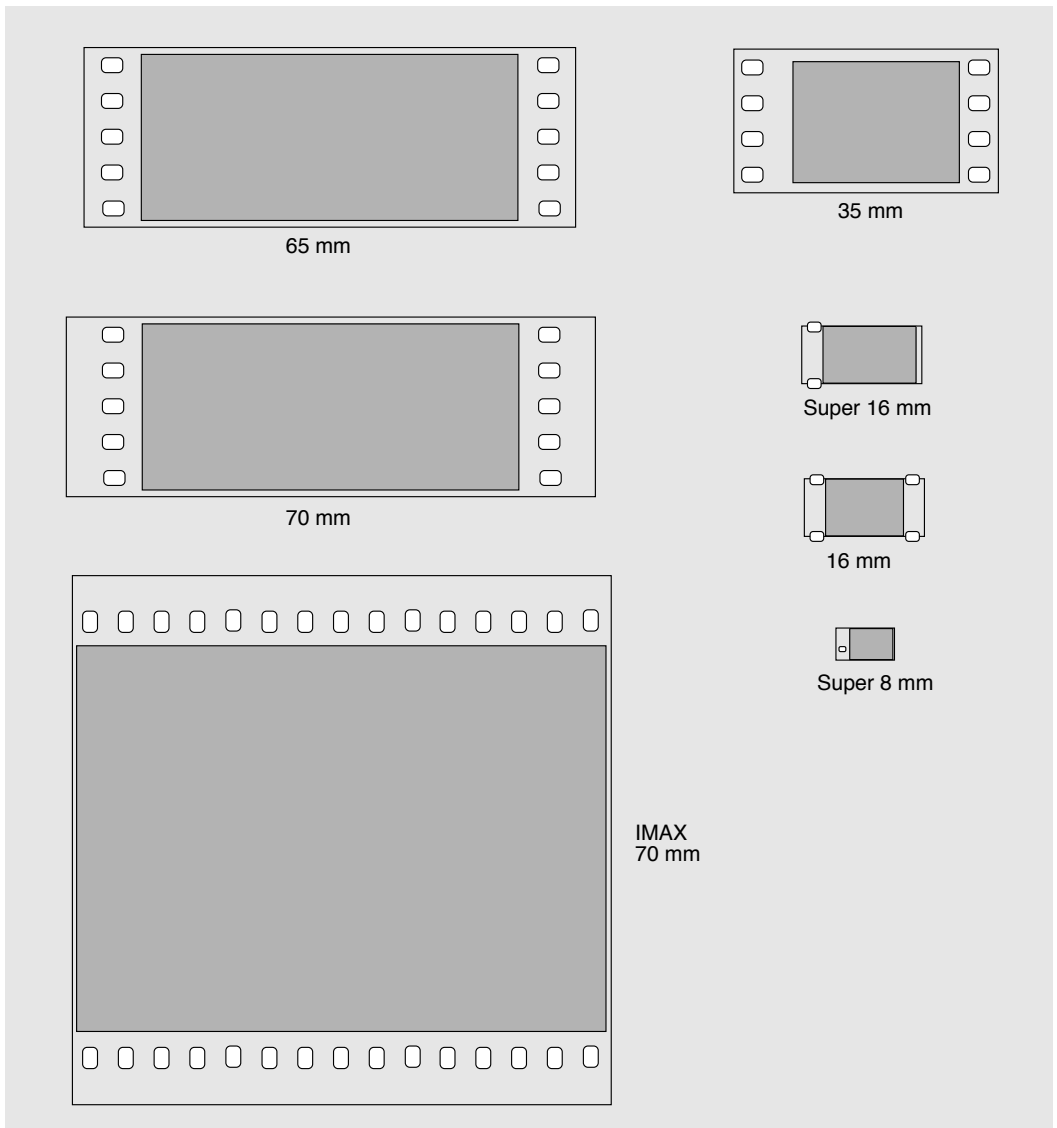
Die verwendeten Filmbreiten lassen sich bis zu den Anfängen der Filmtechnik zurückverfolgen. In den Laboratorien des Filmpioniers George Eastman wurden die ersten Zellulose-Filme auf Glastische gegossen. Nach Trocknung und Ablösung des beschichteten Filmträgers und Beschnitt der Ränder entstanden Filmbahnen der Breite 22“, entsprechend 558,8 mm /4/. Die Teilung in acht gleich große Teile ergibt 69,85 mm, gerundet 70 mm.

70-mm-Film ist das größte heute verwendete Format. Diese Filme werden aber nicht für den Massengebrauch, sondern meist für Spezialfälle, für Filme mit sehr intensivem Erlebniswert (Imax, Futoroskop, Expo) und in Museen verwendet. 70-mm-Film ist ein reines Wiedergabeformat. Um 70-mm-Kopien zu erzeugen, wird aufnahmeseitig mit 65-mm-Film gearbeitet (Abb. 2.3). Die Differenz wird auf dem Wiedergabematerial als Raum für Tonspuren genutzt.

Die Halbierung jedes 70-mm-Streifens führt zum 35-mm-Filmformat, das bis heute für hochwertige Produktionen eine große Bedeutung hat und das Standardformat für die Kinoprojektion ist. Im Verlauf der Entwicklung sollte dann ein Format für den Amateurbereich folgen. Für diesen Zweck wurde die Breite des Filmstreifens auf 5/11 des 35-mm-Formats verringert und es entstand mit 5/8“ der 16-mm-Film. Die Verbesserung der lichtempfindlichen Schichten erlaubte später die nochmalige Halbierung zum 8-mm-Film, der sich in den 70er- und 80er- Jahren tatsächlich als Amateurformat etablierte, während der 16-mm-Film so

hohe Qualität erreicht, dass er sich als ein relativ kostengünstiges Medium für Schulungs- und Industriefilme und für Fernsehproduktionen anbietet. Aus Kostengründen wird 16-mm-Negativfilm auch manchmal verwendet, um durch Vergrößerung eine so genannte Blow-up-Kopie für die Wiedergabe auf 35-mm zu erzeugen. Das 8-mm-Format wurde vor der Verfügbarkeit preiswerter Videotechnik im Amateurbereich eingesetzt. Heute hat es, abgesehen von einigen Anwendungen zur Erzielung eines besonderen Bildeindrucks (z. B. für Videoclips), praktisch keine Bedeutung mehr.

**Abb. 2.3**  
Originalgrößen von  
16-mm-, 35-mm- und 65-  
mm-Film im Vergleich





### 2.2.2 Perforation

Der Film wird schrittweise transportiert und muss bei der Belichtung oder Projektion sicher in einer Position verharren. Deshalb wird der mechanische Transport mit Schrittschaltwerken durchgeführt, bei denen Greifer in Perforationen im Film einfallen und ihn weiterziehen.

Um einen stabilen Bildstand gewährleisten zu können, war bereits bei den Filmen für Edisons Kinematographen eine Perforation mit vier Löchern pro Bild vorgesehen, die 1891 zum Patent angemeldet wurde und noch heute beim 35-mm-Film verwendet wird (Abb. 2.4). Zuerst waren die Perforationslöcher rund, später wurde zu einer Überlagerung von Rechteck und Kreis, der so genannten Bell&Howell-Perforation, übergegangen. Um die Löcher stabiler zu machen, wurde zu Beginn der 90er-Jahre die B&H-kompatible Perforation nach Kodak-Standard mit 2,8 mm Lochbreite und 2 mm Höhe für den 35-mm-Film eingeführt [6]. Bei 16-mm-Film betragen die Breiten/Höhen-Maße 1,8 mm und 1,3 mm.

Die Perforation von 70-, 65- und 35-mm-Film erfolgt beidseitig, der Abstand der Löcher beträgt 4,74 mm. Er ist beim Positivmaterial etwas größer als beim Negativ (4,75 mm), um eine Kontaktkopierung im kontinuierlichen Lauf an einer Transportrolle zu ermöglichen (s. Abschn. 2.5.2). Im Gegensatz zum 35-mm-Film hat das 70-mm- (65-mm-)Format 5 Perforationslöcher pro Bild (Abb. 2.3). Bei 16-mm- und 8-mm-Film wird nur ein Perforationsloch pro Bild verwendet, das ein- oder zweiseitig eingestanzt sein kann. Der Lochabstand beträgt beim 16-mm-Format 7,62 mm und bei 8-mm-Film 3,6 mm bzw. 4,23 mm (Super8). Im Unterschied zu den anderen Formaten arbeitet das IMAX-Format mit horizontalem Filmtransport (Orientierung) und 15 Perforationslöchern pro Bild.

### 2.2.3 Bildfeldgrößen

Die Größe des Bildfeldes folgt aus der Filmbreite, der Orientierung, der Breite der Perforationen und dem Bildseitenverhältnis sowie ggf. der Berücksichtigung von Platz für Tonaufzeichnung. Beim 35-mm-Film steht zwischen den Perforationslöchern eine Breite von 25,4 mm zur Verfügung. Zu Zeiten des Stummfilms wurde ein Bildfeld von 24 mm Breite und 18 mm Höhe genutzt. Der Bildfeldabstand beträgt bis heute 19 mm, der alten amerikanischen Längeneinheit von 1 foot sind damit beim 35-mm-Film genau 16 Bilder zugeordnet. Bei Einführung des Tonfilms wurde die Bildbreite eingeschränkt, um Platz für die Tonspuren zu schaffen. Die Bildfeldgröße des 35-mm-Normalfilmformats beträgt seit dieser Zeit 22 mm x 16 mm. Es besteht damit ein Bildseitenverhältnis 1,37:1, das als Academy-Format bezeichnet wird. Obwohl aufnahmeseitig kein Platz für Tonspuren zur Verfügung stehen muss, wurde die Bildfeldein-

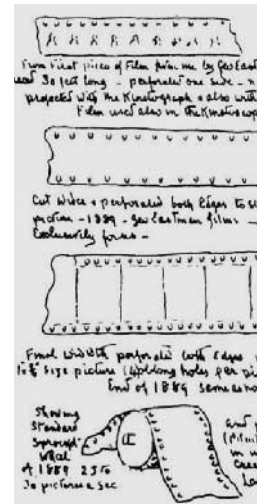
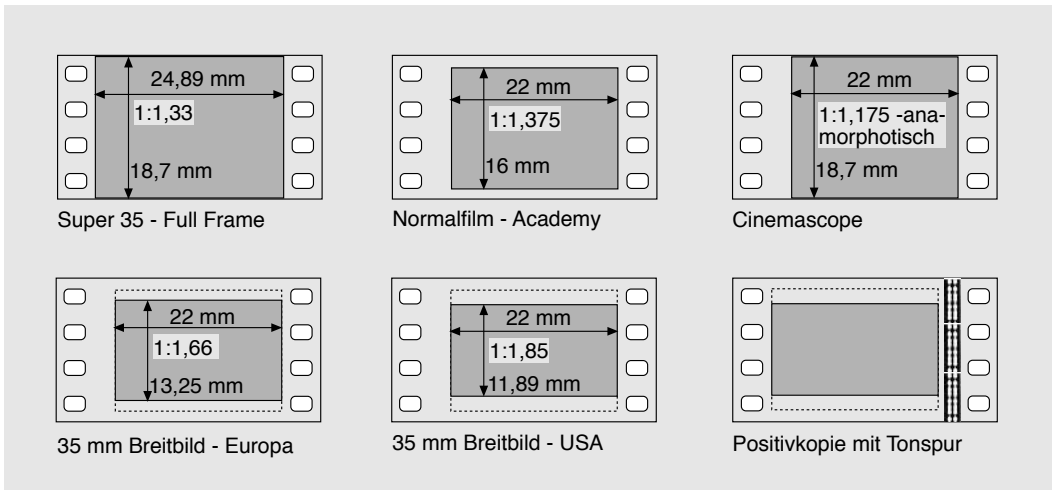


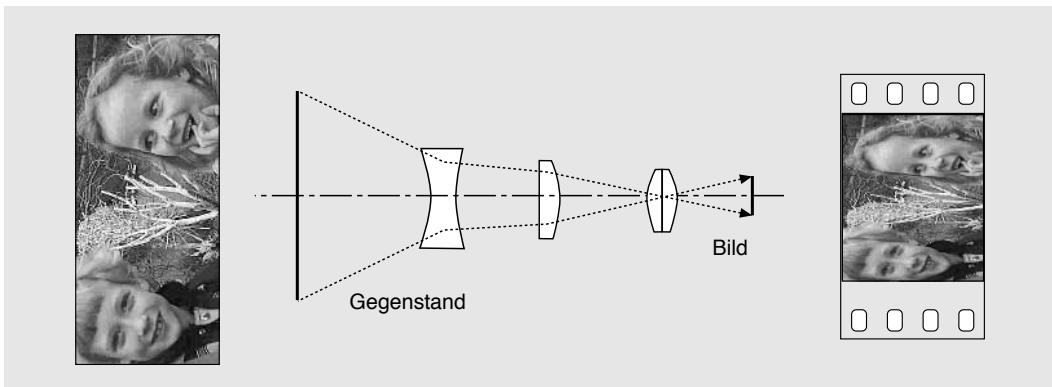
Abb. 2.4  
Filmperforation 1889/8/



**Abb. 2.5**  
Vergleich verschiedener  
Bildfeldgrößen bei  
35-mm-Film

schränkung auch hier vorgenommen, damit der Kopierprozess in einfacher Form ohne Größenveränderung ablaufen kann. Später wurde für die Aufnahme als Option auch das Format Super 35 definiert, das mit 24,9 mm x 18,7 mm und dem Seitenverhältnis 1,33:1 die maximale Fläche ausnutzt. In Abbildung 2.5 wird deutlich, dass bei Super 35 nicht nur die Fläche vergrößert, sondern auch das Bildfeld seitlich verschoben ist. Dieser Umstand muss bei Kameras berücksichtigt werden, die sowohl für 35 als auch für Super 35 nutzbar sind. Die Darstellung in Abbildung 2.5 bezieht sich auf das 35-mm-Negativ, die über das Positiv projizierte Fläche ist in beiden Dimensionen immer um ca. 5 % kleiner und beträgt beim Normalformat z. B. 20,9 mm x 15,2 mm.

Im Laufe der Zeit wurden die gebräuchlichen Bildseitenverhältnisse mehrfach verändert. Dies geschah sehr radikal, als dem Kinofilm in den 50er-Jahren durch die stärkere Verbreitung des Fernsehens in den USA eine ernste Gefahr erwuchs. Man begegnete ihr durch die Einführung eines sehr breiten Projektionsbildes, dessen Wirkung durch einen hochwertigen Mehrkanalton unterstützt wurde. Am bekanntesten wurde hier das Cinemascope-Verfahren, das 1953 eingeführt wurde und die erwünschte Umsatzsteigerung bei den Kinobesuchen brachte. Beim Cinemascope-Format beträgt die Bildhöhe 18,7 mm bei einer Breite von 22 mm (Abb. 2.5). Die Besonderheit ist, dass bei der Wiedergabe ein Breitbildformat vorliegt, das mit einem Verhältnis von 2,35:1 (später geändert auf 2,39:1) projiziert wird, obwohl für die Aufnahme nur 1,175:1 zur Verfügung steht. Das gelingt bei diesem und ähnlichen Verfahren durch die Verwendung einer anamorphotischen Kompression, bei der das Bild mit Hilfe einer besonderen optischen Abbildung nur in der Horizontalen um den Faktor 2 gestaucht wird, während die Vertikale unbeeinflusst bleibt (Abb. 2.6). Die Verzerrung wird bei der Wiedergabe entsprechend ausge-



glichen. Die wiedergabeseitige Vergrößerung verstärkt allerdings auch die Sichtbarkeit des Filmkorns und kann so die Bildschärfe beeinträchtigen. Das Breitbild wurde international ein Erfolg, und in kurzer Zeit wurden viele Filmtheater mit entsprechenden Objektiven und Breitbildwänden ausgerüstet. Unter anderem um Lizenzgebühren für Cinemascope zu sparen, kamen in den 50er- und 60er-Jahren viele weitere Formate mit Bezeichnungen wie Superscope, Vistavision, Technirama, Techniscope und Todd-AO heraus, die alle auf dem gleichen Prinzip beruhen und zusammenfassend als Scope-Verfahren bezeichnet werden /10/.

Die anamorphotische Kompression kann nicht nur direkt bei der Aufnahme eingesetzt werden, sondern auch bei der Erzeugung einer Zwischenkopie, bei der das Bild in der Horizontalen entsprechend verzerrt und vertikal beschnitten wird. Für diesen Prozess ist die Aufnahme auf Super-35-Negativ besonders geeignet. Der Weg über die Zwischenkopie hat den Vorteil, dass keine Spezialobjektive für die Kamera erforderlich sind und dass das unverzerrte Originalnegativ auch für eine Fernsehauwertung genutzt werden kann, wenn darauf geachtet wird, dass der Bereich außerhalb des Breitbildausschnitts frei von störenden Elementen wie Lampen, Mikrofonen und Stativen gehalten wird.

Das Breitbild beeinflusste die weitere Entwicklung nachhaltig und wird heute bei den meisten Produktionen verwendet. Allerdings wird gewöhnlich auf den Einsatz der Anamorphoten verzichtet und stattdessen die genutzte Bildfläche vertikal eingeschränkt. Das auf diese Weise gewonnene Bildseitenverhältnis stellt einen Kompromiss aus Academy und Cinemascope dar, es beträgt in den USA 1,85:1, in Europa 1,66:1 oder auch 1,85:1 (Abb. 2.5) /9/. Bei konsequenter Nutzung des vertikal beschränkten Bildbereichs kann Filmmaterial gespart werden, wenn jedem Bild drei statt vier Perforationslöcher zugeordnet werden. Diese Möglichkeit wird als 3perf bezeichnet, in der Praxis aber selten verwendet. Standard war ein ähnliches Verfahren dagegen bei Techniscope. Hier waren dem 2,35:1-Breitbild nur zwei Perforationslöcher zugeordnet.

**Abb. 2.6**  
Stauchung der  
Bildhorizontalen bei  
Cinemascope