

Fachbereich Medien

Gundlach, Philipp Joachim
Digitale Spielfilmproduktion –
Erweiterungen und Beschränkungen der
Filmsprache

- Bachelorarbeit -

Hochschule Mittweida –
University of Applied Science (FH)

Mittweida - 2009

Fachbereich Medien

Gundlach, Philipp Joachim
Digitale Spielfilmproduktion –
Erweiterungen und Beschränkungen der
Filmsprache

- eingereicht als Bachelorarbeit -

Hochschule Mittweida –
University of Applied Science (FH)

Erstprüfer	Zweitprüferin
Prof. Dr.-Ing. Rainer Zschockelt	M. Sc. Rika Fleck

Mittweida - 2009

Bibliographische Beschreibung

Gundlach, Philipp Joachim:

Digitale Spielfilmproduktion - Erweiterungen und Beschränkungen der Filmsprache. - 2009 - 96 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), Fachbereich Medien,
Bachelorarbeit

Referat

Die Bachelorarbeit beschäftigt sich mit den vielfältigen Auswirkungen der vollständigen Digitalisierung der Spielfilmproduktionskette. Ziel ist es, anhand eines Rückblicks auf ähnlich bedeutsame Veränderungen in der Vergangenheit und eines aktuellen Vergleichs der analogen und digitalen Filmtechnik eine Prognose zu geben, ob und wann die Digitaltechnik die Chance haben wird, die bisherigen Technologien einmal völlig zu verdrängen. Es zeigt sich, dass in absehbarer Zeit beide Techniken vorerst parallel weiterbestehen werden, die Digitaltechnik aber als erste das Potential hat, den Standard 35mm-Film endgültig zu verdrängen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	V
Einleitung.....	VI
1 Geschichte der Filmproduktion.....	8
1.1 Durchbruch der 35mm- und 16mm-Standards.....	8
1.2 elektronische Videoaufzeichnung	11
1.3 Digital Lab und Visual Effects	13
2 Anforderungen der Filmindustrie.....	17
2.1 standardisierte Aufzeichnungsformate.....	17
2.1.1 35mm- und 16mm-Film.....	18
2.1.2 HDTV	21
2.1.3 digitale Kinematographie	25
2.2 beständige Technik	26
2.3 Wirtschaftlichkeit	29
2.4 kreative Gestaltungsmöglichkeiten	30
3 erfolgreiche Filmproduktionstechniken.....	32
3.1 Breitwandformate	33
3.2 3-D	38
3.3 Francis Ford Coppolas Versuch des elektronischen Filmsets....	42
3.4 analog HDTV.....	45
4 Digitale Filmproduktionstechniken	47
4.1 Produktionsvorbereitung.....	48
4.2 Produktion	49
4.2.1 Aufnahmeverfahren	49
4.2.2 Speichertechniken	64
4.2.3 Kamerasysteme.....	69
4.3 Postproduktion	73
5 Auswirkungen der Digitaltechnik auf die Produktion	79
5.1 Bildästhetische Auswirkungen	79
5.2 Work Flow	83
5.3 Voraussetzungen für die Verdrängung des analogen Films.....	84
6 Fazit.....	87
Literaturverzeichnis.....	90

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	35mm-Filmbild.....	19
Abbildung 2:	Größenvergleich der Filmformate.....	20
Abbildung 3:	Größenvergleich HDTV und SDTV.....	23
Abbildung 4:	Cinerama-System.....	34
Abbildung 5:	VistaVision.....	35
Abbildung 6:	65mm-Filmbild.....	36
Abbildung 7:	IMAX-Filmbild.....	37
Abbildung 8:	gestauchtes Filmbild.....	38
Abbildung 9:	entzerrtes Filmbild.....	38
Abbildung 10:	Aliasfehler.....	50
Abbildung 11:	schematischer Kontrastverlauf Film.....	51
Abbildung 12:	schematischer Kontrastverlauf Video.....	53
Abbildung 13:	Funktionsprinzip 3-Chip-Kamera.....	56
Abbildung 14:	Bayer-Pattern.....	57
Abbildung 15:	Größenvergleich 2/3''-Chip und Vollformatsensor.....	58
Abbildung 16:	George Lucas an der Sony HDW-F900.....	61
Abbildung 17:	Drehteam von Russian Ark.....	69
Abbildung 18:	Kameraeinheit von Slumdog Millionaire.....	73

Abkürzungsverzeichnis

CGI.....	Computer Generated Imagery
DCI.....	Digital Cinema Initiative
DI.....	Digital Intermediate
Digital Lab.....	Digital Laboratory
EB.....	elektronische Berichterstattung
FCC.....	Federal Communications Commission
HD.....	High Definition
HDTV.....	High Definition Television
SD.....	Standard Definition
SDTV.....	Standard Definition Television

Einleitung

Schon seit der Erfindung des Spielfilmes ist dessen Weiterentwicklung stark vom technischen Fortschritt abhängig. Aber nicht alle Neuentwicklungen veränderten den Spielfilm auch nachhaltig. Auch das heutige Zeitalter der Digitalisierung macht vor den Filmproduktionstechniken keinen Halt. Die neue Technik erweitert zwar deutlich die Möglichkeiten bei einer Spielfilmproduktion, bringt jedoch in einzelnen Bereichen bisher auch gleichzeitig immer noch Einbußen mit sich.

Diese Arbeit soll die Frage beantworten, wie hoch der Nutzen der neuen Digitaltechnik sein muss, um diese Einschränkungen rechtfertigen zu können. Die Entscheidung, welche der beiden Techniken eingesetzt werden soll, ist bisher von Unsicherheiten und dem Eingehen von Kompromissen geprägt. Alle Filmemacher müssen sich vor jeder Produktion erneut Gedanken machen, welche speziellen Faktoren für die nächste Spielfilmproduktion wie stark zu berücksichtigen sind, um dann eine Entscheidung für die einzusetzende Technik treffen zu können.

Ziel dieser Arbeit ist es, mit Hilfe der aktuellen Literatur einen Überblick über den heutigen Stand der Digitaltechnik zu geben. Es werden die aktuell verfügbaren digitalen Produktionssysteme in den verschiedenen Produktionsphasen einer Spielfilmproduktion mit den bisher eingesetzten analogen Techniken verglichen, um einen Ausblick auf die nähere Zukunft geben zu können, ob und wann die Digitaltechnik die Analogtechnik ablösen wird.

Hierzu wird zunächst einmal die bisherige Entwicklungsgeschichte der Filmtechnik betrachtet. Es wird erläutert, welche Faktoren einen Filmproduktionsstandard ausmachen und es ermöglichten, dass sich die analoge Filmproduktion über solch eine lange Zeit als beständiger Standard etablieren konnte. Auch wenn heute, über 100 Jahre nach seiner Erfindung, der 35mm-Film nach wie vor das wichtigste Medium in der Spielfilmproduktion ist, gab es in der Vergangenheit schon diverse Versuche neue Filmproduktionssysteme zu etablieren. Die Gründe dafür, warum sich jedoch keine dieser neuen Technologien dauerhaft durchsetzen konnte, sollen darüber Aufschluss geben, ob auch der Digitaltechnik ein ähnlicher Misserfolg bevorstehen könnte.

Anschließend werden die Meilensteine der digitalen Filmtechniken in den einzelnen Produktionsschritten vorgestellt. Dabei werden die Vor- und Nachteile im Vergleich zur analogen Filmtechnik verdeutlicht und anhand von Filmbeispielen wird gezeigt, welche inhaltlichen Neuerungen erstmals ermöglicht wurden, die die Filmsprache weiterentwickelt haben, aber auch welche Einschränkungen bei diesen Filmproduktionen hingenommen werden mussten.

Abschließend zeigt sich dann, welche Voraussetzungen nötig sind, um die analoge Technik einmal endgültig verdrängen zu können und wie weit der aktuelle Fortschritt der Digitaltechnik noch davon entfernt ist.

1 Geschichte der Filmproduktion

1.1 Durchbruch der 35mm- und 16mm-Standards

Das heute noch im Bereich der professionellen Spielfilmproduktion gebräuchlichste Aufzeichnungsmedium Film hat seine Wurzeln bereits vor über 100 Jahren gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Die von Thomas Alva Edison entwickelte Idee des perforierten Filmstreifens wurde auch 1895 von den Brüdern Lumière in Europa zur Grundlage ihres selbst entwickelten *Cinématographen*. Mit dem schrittweisen Filmtransport war bereits der Grundstein der noch heute benutzten Filmkameratechnik gelegt. Bis auf die präziseren Filmtransporttechniken und neuen Filmemulsionen hat sich am Aufnahmeprinzip aber nicht viel verändert.¹

Schon in der frühen Stummfilmzeit setzte sich mit dem 35mm-Filmformat ein Standard weltweit durch, der sich bis heute gehalten hat. Allerdings wurden zu Beginn nur 16 statt der heute üblichen 24 Bilder pro Sekunde aufgenommen. Der Vorteil dieses Mediums und damit auch der Grund dafür, dass es sich so lange gehalten hat, ist die Flexibilität des Films. Zur Einführung des Tonfilms Ende der 1920er Jahre war es möglich, die Daten mit den Toninformationen direkt mit auf den Film zu belichten. Die Flexibilität spiegelt sich auch in der Vielfalt der entwickelten Bildformate wider, die zum Großteil auf 35mm-Negativmaterial aufgenommen werden. Das Material enthält genügend technische Reserven, um auch den Anforderungen einer Spielfilmproduktion über 100 Jahre nach der Erfindung gerecht zu werden.²

Die Einführung des Tonfilms war in der Geschichte des Films bis heute die größte technische Weiterentwicklung mit den weitestreichenden Auswirkungen auf die Filmsprache. Innerhalb weniger Jahre setzte sich der neue Standard weltweit durch und verdrängte den Stummfilm. Da die Tonaufzeichnung von Beginn an auf elektronischem Weg erfolgte, setzte sich die Digitalisierung hier schneller durch als bei der analogen chemischen Bildaufzeichnung³. Allerdings wirkten sich die Weiterentwicklungen der Tonaufzeichnung bis hin zum heutigen digitalen Mehrkanalton danach nur noch auf die besser werdende Qualität des Tons aus, weniger auf die gesamte Filmästhetik⁴. Der häufig genutzte Vergleich der Bedeutung der Digitalisierung der Filmproduktion mit der Einführung des Tonfilms ist jedoch

¹ vgl. Gierke 2000, 36

² vgl. Slansky 2004, 17

³ vgl. Gierke 2000, 40 f.

⁴ vgl. Slansky 2004, 16 f.

nicht passend, da die Filmästhetik sich nicht wie zur Einführung des Tons radikal innerhalb kürzester Zeit verändern wird⁵.

Parallel entwickelte sich Anfang der 1930er Jahre ein neuer Filmstandard, der zu Beginn als kostengünstigere Alternative zum teuren 35mm-Film für Amateure entwickelt wurde: Der 16mm-Film. Durch das kleinere Format und die damit verbundene Einsparung von Filmmaterial, die jedoch zulasten der Auflösung geht, entwickelte es sich bald vom reinen Amateurformat bis hin zum Standard der Fernsehproduktion. Neben der Verwendung in Industrie-, Kultur-, und Lehrfilmen setzten sich das 16mm- und besonders in den 1970er Jahren das Super-16-Format für die Produktion von Fernsehspielfilmen durch. Neben der geringeren Auflösung ist auch der Schnitt des 16mm-Materials gegenüber dem 35mm-Film benachteiligt, da der Schnitt innerhalb der Perforationslöcher erfolgen muss. So kommt es zusätzlich zu dem durch die nur einseitig vorhandene Perforation bedingten schlechteren Bildstand zu Problemen durch die an jeder Klebestelle zusammengefügte Perforationslöcher.⁶

Der nächste Meilenstein in der Entwicklung des Films war nach der Einführung des Tonfilms dann der Farbfilm, der sich in den 1940er und 1950er Jahren durchsetzte. Nach dem älteren *Technicolor*-Verfahren, das für jede der drei Farbkomponenten Rot, Grün und Blau ein eigenes Filmnegativ erforderte, folgte 1950 dann das Farbfilmnegativ von *Eastman-Kodak*, das alle drei Farbauszüge in einem einzigen Filmstreifen abbildete.⁷

Seit den 1950er Jahren gab es dann diverse Neu- und Weiterentwicklungen des 35mm-Filmstandards, wie z.B. mehrere Breitwandformate und 65mm-Filmnegative. Diese fristen jedoch meist nur ein Nischendasein nebenher zum Kinospielefilm als Attraktionskino, bei dem die Technik und nicht die Inhalte im Vordergrund stehen. Dies erinnert an das „Kino der Attraktionen“ zu Beginn des 20. Jahrhunderts, in dem das reine Sehen eines bewegten Bildes den Zuschauern noch als Jahrmarktsattraktion vorgeführt wurde. Die Ursache dafür ist, dass die Weiterentwicklung des Films von reinen Technikern, die die Grenzen des technisch Möglichen ausreizen wollen und weniger von kreativen Bildgestaltern, die nach den für ihre Ideen zur Umsetzung nötigen Gerätschaften forschen, vorangetrieben wird. Der Effekt des Staunens ist bei den Zuschauern jedoch meist nur von kurzer Dauer. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass Filmvorführungen, bei

⁵ vgl. Gierke 2000, 42

⁶ vgl. Webers 2002, 130 f.

⁷ vgl. Gierke 2000, 43 f.

denen die Technik im Vordergrund steht, wie z.B. *IMAX*- oder Erlebniskinos, in der Regel deutlich kürzer sind als gewöhnliche Spielfilme.⁸

Diese Tatsache bedeutet nicht, dass sich der Spielfilm dem technischen Fortschritt verweigert. Es hat sich jedoch gezeigt, dass das Publikum langfristig nicht mit technischen Raffinessen, sondern mit aktuellen und interessanten Inhalten angezogen wird. Dem durchschnittlichen Kinobesucher ist es in der Regel egal, wie der Film auf die Leinwand projiziert wird, solange die Grundqualität der Projektion gewährleistet ist. Aber ob es sich um eine 35mm-Vorführung oder eine digitale Projektion mit identischer Auflösung handelt, ist für den Zuschauer erst einmal unbedeutend.

Es ist beim Spielfilm, im Gegensatz zum realen Dokumentarfilm, in der Regel ohnehin nicht erwünscht, dass der Zuschauer etwas von der eingesetzten Technik bemerkt. Je subtiler und unauffälliger beispielsweise Kran- und Kamerafahrten eingesetzt werden, desto weniger lenken sie auch vom zu erzählenden Inhalt ab. Sobald die Technik durch Unachtsamkeiten einmal selbst ins Bild gerät, beispielsweise das Mikrofon in den Bildausschnitt hineinragt oder sich die Kamera im Hintergrund selbst spiegelt, wird der Zuschauer aus der künstlichen Welt herausgerissen. Auch wenn dem Zuschauer bewusst ist, dass der Film mit vielen technischen Tricks hergestellt wurde, akzeptiert er dennoch nicht, während des Filmerlebnisses aus der Illusion herausgerissen zu werden.⁹

Die erzählten Inhalte sowie die Bildästhetik sind seit Beginn der Filmaufzeichnung immer an die technischen Möglichkeiten gebunden gewesen. Die Filmemacher konnten ihre Visionen nur in dem Rahmen realisieren, den die dafür benötigte Technik vorgab. Dies bedeutet natürlich nicht, dass nur weil es eine neue Technologie gibt, diese automatisch die Filme verändert oder gar verbessert. Jede Technologie ist nur so gut wie die damit umgesetzten Inhalte der kreativen Filmemacher. Nur selten ist die Situation umgekehrt, dass Filmemacher die Technik, die für die Umsetzung des Drehbuchs benötigt wird, selber entwickeln. George Lucas behauptet so z.B., dass die letzten Teile der *Star Wars*-Reihe erst so spät produziert wurden, weil erst dann die Technik ausgereift war¹⁰. Regisseur James Cameron, der seit seinem Film *Titanic* 1997 keinen neuen Film ins Kino brachte, arbeitet seitdem an einer neuen Technologie, die 3-D und digitale Animationen revolutionieren soll, die er für seinen neusten Film *Avatar*, der im Herbst 2009 in die Kinos kommen soll, benötigt¹¹. Die kontrastreich weiß

⁸ vgl. Gierke 2000, 22 ff.

⁹ vgl. Gierke 2000, 30 ff.

¹⁰ vgl. Gierke 2000, 28

¹¹ vgl. Lindemann 2008

und schwarz geschminkten Gesichter in der Stummfilmzeit sind ebenfalls nicht aus einer künstlerisch ästhetischen Entscheidung heraus entstanden, sondern waren technisch notwendig, um genügend Licht für die Belichtung des damals noch recht unempfindlichen Films zu reflektieren¹². So wurde aus einem technischen Manko eine bestimmte Bildästhetik erschaffen. Auch heute noch basiert der sogenannte Filmlook auf den technischen Beschränkungen des Mediums Film.

1.2 elektronische Videoaufzeichnung

Die ersten Geräte für die elektronische Bildübertragung wurden in den 1930er Jahren vorgestellt. Das *Ikonoskop* des aus Russland eingewanderten Amerikaners Vladmimir Zworykin gilt als die erste elektronische Videoröhrenkamera. Durch die geringe Lichtempfindlichkeit war sie jedoch nicht für den praktischen Gebrauch geeignet und wurde meist nur zum Abtasten von Filmstreifen genutzt.¹³

Das Prinzip der Röhrenkameras wurde in nachfolgenden Kameras weiterentwickelt und verbessert, bis in den 1960er Jahren durch die fortgeschrittene Halbleitertechnologie die Entwicklung der Bildsensoren begann. Anfang der 1970er Jahre wurden dann die CCD-Sensoren vorgestellt. CCD steht für *Charge Couple Device*, eine Technik die aus einfallenden Lichtstrahlen elektrische Ladungen erzeugt, die in das Videosignal umgewandelt werden. Seit ca. 1990 sind CMOS-Sensoren (*Complementary Metal Oxid Semiconductor*) auf dem Markt. Diese arbeiten nach einem ähnlichen Prinzip, sind jedoch erst heute mit zunehmender Weiterentwicklung den CCD-Sensoren gleichwertig geworden.¹⁴

Auch die aktuellen digitalen Videokameras arbeiten nach wie vor mit diesen Bildwandlern, die das Bildsignal zunächst noch analog aus dem Sensor geben. Erst im zweiten Schritt wird dann daraus ein digitales Bildsignal erzeugt. Genaugenommen ist daher die Unterscheidung in analoge und digitale Bilderzeugung nicht ganz korrekt, vielmehr müsste es chemische und elektronische Bilderzeugung heißen.¹⁵

Alle elektronischen Videokameras haben einen Punkt gemeinsam, der sie von den Filmkameras unterscheidet. Während der Film sowohl für die Bilderzeugung, als auch für die dauerhafte Speicherung zuständig ist, werden die Bilderzeugung und die Bildspeicherung bei Videokameras getrennt

¹² vgl. Gierke 2000, 39 f.

¹³ vgl. Richling 2008, 10 f.

¹⁴ vgl. Bloss 2004, 123 f.

¹⁵ vgl. Gierke 2000, 17 f.

realisiert¹⁶. Da die Aufzeichnung elektronischer Bildsignale erst ca. 20 Jahre nach der Einführung der Videokameras mit dem 1956 vorgestellten *Ampex* 2-Zoll Magnetbandrekorder möglich wurde, war demnach bis dahin nur eine Liveübertragung von Videosignalen technisch machbar. Für eine dauerhafte Bildspeicherung musste das Fernsehbild noch mit einer Filmkamera abgefilmt werden.¹⁷

Die Technik der Magnetbandaufzeichnung, kurz *MAZ*, wurde bis heute beibehalten. In den 1980er Jahren wurden dann die ersten Standards für digitale Bildspeicherung verabschiedet¹⁸. Bandlose Formate, wie z.B. die in den 1980er Jahren eingeführte optische Video-Disc, setzten sich in der professionellen Videoproduktion nicht durch. Erst die heute vorhandenen bandlosen Medien, wie z.B. Flash-Speicher oder Blu-ray Disc, besitzen ausreichende Speicherkapazitäten.

Die Entwicklung des Fernsehens ist eng mit dem Fortschritt der Videotechnologie verbunden. Anders als in der Filmindustrie, in der sich weltweit schon zu Beginn der 35mm-Film als Standard durchgesetzt hat, gab es im TV nie einen globalen Standard. Stattdessen entstanden parallel in den Ländern diverse, untereinander meist inkompatible Fernsehnormen. Auch im Zeitalter der Digitalisierung der TV-Produktion besteht weiterhin eine Vielzahl von Videoformaten und Signalcodierungen, die durch die immer schneller werdende Weiterentwicklung sogar noch zunimmt.¹⁹

Zu den Meilensteinen der Fernsehentwicklung gehört nach der Einführung des analogen Schwarz-Weiß-Fernsehens das analoge Farbfernsehen, welches mit dem NTSC-Standard 1953 in den USA eingeführt wurde. Auf Basis dieses Systems entstanden 1957 in Frankreich mit SECAM und 1962 mit PAL weitere bis heute gültige Farbfernsehnormen²⁰. Darauf folgte in den 1980er Jahren das digitale Farbfernsehen in Standardauflösung (SDTV) und heute die Einführung des hochauflösenden Fernsehens (HDTV). Interessanterweise wurde diese Entwicklung so nicht vorhergesehen. Man nahm an, dass nach der Einführung des analogen Farbfernsehens sich zunächst noch das analoge Breitbildfernsehen im 16:9 Bildseitenverhältnis sowie das analoge hochauflösende Fernsehen durchsetzen würden, gefolgt vom Sterefernsehen mit räumlicher Tiefenwirkung des Bildes²¹. Diese komplexere und kurzlebigere Entwicklungsgeschichte der

¹⁶ vgl. Slansky 2004, 18

¹⁷ vgl. Slansky 2004, 22

¹⁸ vgl. Webers 2002, 532

¹⁹ vgl. Slansky 2004, 18 f.

²⁰ vgl. Webers 2002, 192 f.

²¹ vgl. Slansky 2004, 20

elektronischen Bildaufzeichnung deutet an, welche neuen Probleme auf die Macher von Spielfilmen mit elektronischen Kameras zukommen werden, die bisher die Arbeit mit altbewährten Technologien gewohnt waren.

Durch die dem Filmbild deutlich unterlegene Qualität in den Bereichen Auflösungsvermögen und Kontrastwiedergabe sowie die zunächst unzureichenden analogen Schnittmöglichkeiten manifestierte sich gegen Ende der 1960er Jahre immer stärker der Antagonismus zwischen Film und Video²². Für die Produktion eines Spielfilmes in Kinoqualität gab es keine Alternativen zu den 35mm-Filmkameras. Auch die beschränkten Möglichkeiten des linearen Videoschnitts, in dem es im Gegensatz zu dem nonlinearen Schnitt eines Negativs, bzw. den nonlinearen Schnittcomputern heute nicht ohne weiteres möglich ist, eine Szene zwischendrin einzufügen oder zu verändern, waren für die Produktion eines Spielfilmes nicht ausreichend.

Auch auf der inhaltlichen Ebene unterscheiden sich Kino- von Fernsehproduktionen erheblich. Das Fernsehen hat im Laufe der Jahre die alten Nischenkinos abgelöst. Während es vorher noch üblich war, auch Nachrichten in den Wochenschauen und diverse andere Produktionen mit kleinerer Zielgruppe in die Kinos zu bringen, hat heute das Medium Fernsehen diese Rolle vollkommen übernommen. Das Kino hat sich zum Event entwickelt, das dem Zuschauer ein „Mehr“ an Erlebnis bieten muss, um sich vom Fernsehen abzuheben.²³

Gegen Ende der 1970er Jahre begann die elektronische Technik jedoch trotzdem Einzug in der Spielfilmproduktion zu halten, allerdings nicht in der direkten Bildaufnahme, sondern in der Steuerung und Optimierung der Kamerabewegungen. George Lucas setzte so schon 1977 in den Trickaufnahmen für *Star Wars* die so genannte *Motion Control*-Technik ein, mittels derer exakt programmierbare Kamerafahrten computergesteuert immer wieder identisch wiederholt werden können. Dieses ist besonders wichtig für den späteren Einbau von visuellen Effekten. Aber auch ansonsten wurden die elektronischen Hilfsmittel nur dazu eingesetzt, um die analoge Technik noch leistungsfähiger und vielseitiger und damit auch fit für die Anforderungen der digitalen Nachbearbeitung zu machen.²⁴

1.3 Digital Lab und Visual Effects

Seit Beginn der Filmproduktionen spielt die Tricktechnik eine große Rolle, um auch nicht real drehbare Szenen verwirklichen zu können. Mit Hilfe von Stopptricks oder Mehrfachbelichtungen wurde schon in den Anfängen des

²² vgl. Polzer 1999, 139 f.

²³ vgl. Gierke 2000, 46

²⁴ vgl. Gierke 2000, 47 f.

Kinos den Zuschauern die Illusion des eigentlich Unmöglichen geboten. Auch die seit den 1920er Jahren eingesetzten Techniken, um virtuelle Kulissen zu erschaffen, wie z.B. das Schüfftan-Verfahren, das echte Filmsets mit Miniaturkulissen durch Spiegeltricks erweitert oder die Technik der Projektion, um beispielsweise das Fahren in einem Auto zu simulieren, wurden vielfältig in den Filmen eingesetzt und im Laufe der Jahre immer weiter optimiert, sodass die Illusion des Zuschauers immer besser wurde²⁵. Zu Beginn der 1980er Jahre war die Leistungsfähigkeit der analogen Tricktechnik jedoch an ihre Grenzen gestoßen. In der dritten *Star Wars*-Verfilmung *Return of the Jedi* aus dem Jahr 1983 wurden so bis zu 300 einzelne Aufnahmen in Mehrfachbelichtungen zu einem Bild zusammengefügt²⁶.

Durch die zunehmende Leistungsfähigkeit der Computer wurde es dann möglich, die bis dahin analog erzeugten visuellen Effekte digital am PC nachzubilden. Dies setzt dementsprechend voraus, dass das Filmmaterial auch in einer digitalen Form für die Nachbearbeitung vorliegen muss. Dies kann wahlweise entweder direkt mit einer Videokamera aufgezeichnet werden, was allerdings mangels einer für die Kinoprojektion ausreichenden Qualität erst gegen Ende der 1990er Jahre zu einer wirklichen Alternative wurde, oder das Filmnegativ muss für die Nachbearbeitung digital abgetastet werden²⁷. Hierzu reichten die für den Fernsehbereich entwickelten Abtaster jedoch nicht aus. Erst mit den hochauflösenden Filmscannern, die mit mindestens 2000 oder noch besser 4000 horizontalen Bildpunkten das Negativ abtasten, war die Qualität für das Kino ausreichend. Da die Projektion im Kino jedoch bis heute meist mit analogen 35mm-Filmkopien erfolgt, müssen die digitalen Daten wieder zurück auf Film belichtet werden. Die Filmbelichter sind dadurch, dass es deutlich leichter ist Filme in Fernsehqualität abzutasten, als Videosignale in Filmqualität auszubelichten, erst deutlich später entstanden, da sie schon von Beginn an die hohen Auflösungen bewältigen mussten.²⁸

Damit die umfangreichen Bildinformationen, die ein Filmnegativ bei der Aufnahme beinhaltet, auch im Kino ankommen, muss in der digitalen Postproduktion, auch *Digital Lab* genannt, die digitale Zwischenstufe, das *Digital Intermediate (DI)*, sämtliche Informationen des Negativs speichern können. Die modernsten Filmscanner sind dazu in der Lage ein nahezu dem Filmnegativ identisches digitales Negativ erstellen zu können²⁹. Die hori-

²⁵ vgl. Kornacher 2004, 198 f.

²⁶ vgl. Gierke 2000, 48

²⁷ vgl. Kraus 2004, 77

²⁸ vgl. Slansky 2004, 22 f.

²⁹ vgl. Messerschmid 2004, 63

zontalen Mindestauflösungen liegen hierbei bei mindestens 2K. Für fast perfekte Kinobilder sind 4K angemessen. Wenn selbst die feinsten Kornstrukturen in der Filmemulsion mit abgebildet werden sollen, sind 8K erforderlich³⁰. Das *K* steht jeweils für eintausend Bildpunkte. Dieses digitale Master hat den entscheidenden Vorteil, dass im Gegensatz zum analogen Filmnegativ, das im Laufe der Postproduktion bis hin zur fertigen Kinokopie bis zu acht Kopierschritte durchläuft, durch die jeweils ein großer Teil der Bildqualität und Auflösung verloren geht, das digitale Master in der selben Qualität in der es eingescannt wurde auch wieder auf Film ausbelichtet werden kann, sodass die Filmkopien die identische Qualität des Masters aufweisen³¹.

Neben der Möglichkeit computergenerierte Bilder, wie z.B. Effekte, Grafiken, Titel oder Blenden einzufügen, ermöglicht das Digital Lab auch eine deutlich umfangreichere Farbkorrektur. Anders als im klassischen Filmkopierwerk, in dem bei der Lichtbestimmung nur das gesamte Bild in der Helligkeit und das Mischverhältnis zwischen Rot, Grün und Blau szenenweise angepasst werden kann, ist es digital auch möglich, einzelne Bildbereiche separat voneinander zu bearbeiten sowie die Farbtöne und Sättigungen auch komplett auszutauschen.³²

Die Struktur der Abläufe in der Postproduktion unterscheidet sich auch nur im Detail von der herkömmlichen Arbeitsweise. So werden die ausgewählten Einstellungen nicht mehr direkt aneinandergeschnitten, sondern eingescannt und am Computer digital aneinandergefügt³³.

Durch die hohen Kosten, bedingt durch die sehr hohen Hardwareanforderungen, setzte sich das DI im Filmbereich nur sehr langsam durch. So kann es auch heute noch, wenn keine aufwändigen Effekte in den Film integriert werden sollen, deutlich günstiger sein, das klassische Filmkopierwerk auszuwählen. Werden jedoch aufwändige Bildbearbeitungen benötigt, führt heute kein Weg mehr an der digitalen Nachbearbeitung vorbei. Bei großen Kinoproduktionen ist das Digital Lab so mittlerweile zum Standard geworden.³⁴

Der erste Spielfilm, der computergenerierte Bilder enthielt, war 1982 der Film *Star Trek II: The Wrath of Khan*. Die schon erwähnten Regisseure George Lucas und James Cameron forschten auch früh im Bereich der Digitaltechnik, um ihre filmischen Visionen verwirklichen zu können.

³⁰ vgl. Messerschmid 2004, 69

³¹ vgl. Kraus 2004, 79

³² vgl. Kraus 2004, 78

³³ vgl. ebenda

³⁴ vgl. Kornacher 2004, 196, vgl. Messerschmid 2004, 63 f.

George Lucas Firma *Industrial Light and Magic*, die zuvor schon die optischen Tricks für seine Filme hergestellt hat, wurde so zu einer der führenden Firmen im Bereich der digitalen visuellen Effekte. Camerons Filme *The Abyss* (1989) und *Terminator 2: Judgment Day* (1991) enthielten mehrere Minuten digital animierter Szenen. *Terminator 2* war außerdem der erste Film, in dem alle visuellen Effekte digital zusammengefügt wurden, ohne die Verwendung von analogen Mehrfachbelichtungen im optischen Printer. Mit dem Animationsfilm *Toy Story* kam dann 1995 der erste komplett am Computer generierte Spielfilm in die Kinos.³⁵

³⁵ vgl. Gierke 2000, 49 ff.

2 Anforderungen der Filmindustrie

2.1 standardisierte Aufzeichnungsformate

Das Schaffen von standardisierten Aufzeichnungsformaten ist für die Filmindustrie besonders wichtig, da das Produkt sehr viele Stationen vom Dreh über die Postproduktion bis hin zu den verschiedenen Auswertungsmedien durchläuft. Es ist deutlich kostengünstiger und auch weniger aufwändig, wenn alle diese Stationen in einheitlichen Formaten durchlaufen werden. Je intensiver ein Standard genutzt wird, desto bessere Ergebnisse können durch die wachsende Erfahrung im Umgang mit diesem am Ende auch aus dem Produkt herausgeholt werden.

Damit sich ein Standard auch über eine längere Zeit hinweg durchsetzen und etablieren kann, ist es wichtig, dass alle aktuell oder in absehbarer Zeit benötigten Eigenschaften des Formats berücksichtigt werden. Nur wenn ein Format flexibel genug für die verschiedenen Anforderungen einer Filmproduktion ist, hat es eine Chance auf dem Markt Akzeptanz zu finden.

Außerdem sollte trotz aller Komplexität ein Aufzeichnungsformat möglichst einfach und unkompliziert in der Anwendung sein. Die besten Bilderergebnisse werden in der Praxis nichts nützen, wenn z.B. vor jeder Aufnahme erst ein Stab von Messtechnikern benötigt wird, um die Kamera neu zu programmieren. Die gleiche Einfachheit gilt natürlich auch für die Wiedergabe. Ein Medium, das nur mit wenigen speziellen Abspielgeräten wiedergegeben werden kann, ist auf die Dauer nicht durchsetzungsfähig. So kann es passieren, dass es durch den fehlenden Standard schon nach wenigen Jahren nicht mehr abspielbar ist.

Das Medium Film kann z.B. auch noch nach über 100 Jahren seit seiner Erfindung auf der ganzen Welt mittels einer einfachen Lampe und einer Lupe mit dem bloßen Auge betrachtet werden, ohne ein Gerät zwingend zu benötigen. Aber auch die Kameras und Projektoren sind weltweit untereinander kompatibel und können alle gängigen Filmformate aufzeichnen und wiedergeben. Dieses ist mit aktuellen Videoformaten nahezu unmöglich.³⁶

Die heutige neue Vielfalt der digitalen Aufzeichnungsstandards ermöglicht zwar, für jede spezielle Produktion das für diese am besten geeignete Format auswählen zu können. Dieses jedoch erst einmal zu finden ist bei der riesigen Auswahl keine leichte Sache. Außerdem muss sich das gesamte Team dann auch erst einmal mit dem Umgang vertraut machen,

³⁶ vgl. Bertram 2005, 240

sodass es vielleicht günstiger gewesen wäre, ein teureres Medium zu wählen, mit dem man aber schneller hätte arbeiten können.³⁷

Im Videobereich war es von Anfang an schwierig, sich auf global einheitliche Standards einigen zu können. So unterschieden sich schon die analogen Fernsehnormen in ihrer Bildfrequenz und der Anzahl der Zeilen³⁸. Mit den digitalen HDTV-Normen sollte die weltweite Formatvielfalt eingedämmt werden. Zusätzlich wurde versucht, ein VideofORMAT zu schaffen, das selbst als Kinofilmproduktionsstandard tauglich sein sollte³⁹. David Niles äußerte sich so Anfang der 1990er Jahre noch euphorisch über den kommenden Standard: „Es ist wunderbar, weil HDTV ein perfektes Chamäleon ist. Es kann alles sein, es kann wie Video sein, wie Film, es kann alles sein, was wir wollen“⁴⁰. Auch wenn der HDTV-Standard für das Kino ausreichend sein kann, mit der hohen Qualität des analogen Films kann HDTV jedoch nicht mithalten.

2.1.1 35mm- und 16mm-Film

Die Bildspeicherung mittels eines Films basiert auf dem Prinzip des fotografischen Prozesses. Die Emulsionsschicht, die aus Halogen-Silber-Kristallen eingelagert in einer Gelatineschicht besteht, reagiert empfindlich auf auftreffende Lichtstrahlen. Je nach chemischer Zusammensetzung der Emulsion können diese Schichten verschieden empfindlich auf die einzelnen spektralen Anteile des Lichts reagieren. Die Größe und Verteilung der Kristalle, die meist als Filmkorn bezeichnet werden, beeinflussen die spätere Lichtempfindlichkeit sowie die Auflösung und Qualität des Bildes. Je größer das einzelne Korn ist, desto weniger einfallendes Licht wird benötigt, aber dafür wird die Kornstruktur des Films bei zu hohen Empfindlichkeiten irgendwann sichtbar. Man spricht dann vom filmtypischen Kornrauschen.⁴¹

Da die Herstellung des Rohfilms in Bahnen bis zu 120 cm Breite und 1200 Metern Länge geschieht, werden die Filme anschließend passend für jeden Gebrauch konfektioniert, d.h. zu einzelnen Filmstreifen der gewünschten Breite geschnitten und mit den Perforationslöchern versehen. So können mit demselben Ausgangsprodukt sämtliche Filmkamerateypen versorgt werden.⁴²

³⁷ vgl. Slansky 2004, 31

³⁸ vgl. Slansky 2004, 25

³⁹ vgl. Slansky 2004, 28

⁴⁰ Niles 1991, nach Slansky 2004, 31

⁴¹ vgl. Webers 2002, 67

⁴² vgl. Webers 2002, 76 ff., vgl. Webers 2002, 128

Aus den zunächst noch für die verschiedenen Farben unempfindlichen Schwarz-Weiß-Filmen entwickelte sich zuerst das *Technicolor*-Verfahren, das mit einem Strahlenteiler das Licht in die drei Grundfarben aufteilt und auf drei verschiedene Negative belichtet. Später gelang es dann auch, alle drei farbempfindlichen Schichten auf einem Negativ unterzubringen.⁴³

Durch diese ständige Weiterentwicklung der Filmemulsionen konnten bis heute die Filmempfindlichkeiten trotz immer geringeren Kornrauschens gesteigert werden, sodass heutzutage auch Nachtaufnahmen ohne weiteres möglich sind⁴⁴. Somit ist auch die Bildqualität alter Filmkameras durch die Verwendung neuer Filmemulsionen ganz im Gegensatz zu den Videokameras, deren Sensoren nach gewisser Zeit technisch überholt sind und die komplette Kamera ausgetauscht werden muss, immer auf dem neusten Stand.

Die heute gebräuchlichsten Filmformate der 35mm- und 16mm-Negative sind das Super 35- sowie das Super 16-Format. Durch das Weglassen der bei der Aufzeichnung nicht unbedingt nötigen Tonspur, kann mit diesen Formaten die größtmögliche Fläche des Negativs für das Bild ausgenutzt werden. So ergibt sich beim Super 35-Format eine Bildfläche von 24,89 mm x 18,7 mm, was einem Bildseitenverhältnis von 1:1,33 entspricht. Da das 16mm-Negativ nicht wie das 35mm beidseitig, sondern nur auf einer Seite perforiert ist, ist hier eine noch bessere Ausnutzung des Films möglich mit 12,3 mm x 7,4 mm mit dem Bildseitenverhältnis von 1:1,66, welches schon fast an das im Fernsehen heute übliche Breitbild von 1:1,78 herankommt und damit ideal für Fernsehspielfilme ist. Zum Vergleich beträgt bei Normal 35 die Bildgröße nur 22 mm x 16 mm bei einem Seitenverhältnis von 1:1,37 und bei Normal 16 10,3 mm x 7,4 mm mit einem Bildseitenverhältnis von 1:1,39. Der Film wird bei beiden Formaten vertikal durch die Kamera transportiert.⁴⁵

Abbildung 1: 35mm-Filmbild⁴⁶



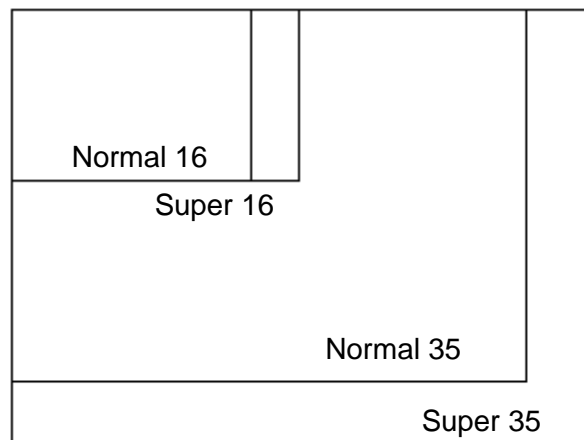
⁴³ vgl. Webers 2002, 86 f.

⁴⁴ vgl. Gierke 2000, 47

⁴⁵ vgl. Webers 2002, 129 f.

⁴⁶ o.V. Filmformat (Film)

Abbildung 2: Größenvergleich der Filmformate⁴⁷



Neben diesen gebräuchlichsten Filmformaten bietet der Film jedoch noch weit mehr Möglichkeiten, die Bildgröße zu variieren. So existieren derzeit diverse Breitwandformate, die so z.B. wie das *CinemaScope*-Format mittels einer anamorphotischen Linse das Bild horizontal stauchen, um ein Seitenverhältnis von 1:2,35 zu erhalten. Dabei wird, anders als bei der bloßen Maskierung des oberen und unteren Bildinhaltes, kein Platz auf dem Negativ verschwendet. Andere Formate versuchen, dies zu vermeiden, indem sich das Bild statt über die üblichen vier Perforationslöcher nur noch über drei Löcher hinweg erstreckt. Selbst Filmkameras, die den Film nicht wie üblicherweise vertikal, sondern horizontal belichten, sind vorhanden. Diese vielfältigen Variationsmöglichkeiten ohne großartige Qualitätsverluste sind dank der hohen Auflösungsreserven des Negativs überhaupt erst möglich. Hier sei erwähnt, dass es auf dem Markt auch noch größere Filmformate, wie z.B. den 65mm-Film, gibt. Diese haben sich jedoch nie als wirklicher Standard etablieren können.⁴⁸

Ein weiterer Vorteil der analogen Filmstandards ist, dass sich das Aufnahmemedium meist nicht vom Wiedergabemedium unterscheidet. Ein auf 35mm-Negativ aufgenommener Film wird in der Regel im Kino auch mit einem 35mm-Positivfilm projiziert. Da sich die Materialien in ihren Grundeigenschaften, wie z.B. dem Filmkornrauschen, ähneln, kann so davon ausgegangen werden, dass ein Film in ähnlicher Qualität wiedergegeben wird, in der er auch aufgenommen wurde. Die Qualitätsverluste beim Kopieren sind hierbei selbstverständlich zu berücksichtigen. Die direkte Projektion

⁴⁷ in Anlehnung an Webers 2002, 129 f.

⁴⁸ vgl. Webers 2002, 131-135

eines 16mm-Films ist heute nicht mehr sehr verbreitet. Dieses Format wird meist für die Fernsehauswertung abgetastet und elektronisch verbreitet. Aber selbst für eine Kinoauswertung ist ein Blow-Up auf 35mm-Film durchaus machbar.

All diese Faktoren führten dazu, dass sich der Film und damit insbesondere der 35mm-Film weltweit etabliert hat und bis heute von keinem neuen Standard verdrängt wurde. Das Verhältnis von Kosten und Qualität ist optimal für die professionelle Filmproduktion.

„Das 35mm-Filmformat stellt damit einen Rahmenstandard für die kinotechnologische Entwicklung dar, der von Anfang an erstens richtig dimensioniert und zweitens so elastisch dimensioniert war, dass *in* ihm und *mit* ihm die ganze, über hundertjährige Geschichte des Kinos stattfinden konnte.“⁴⁹

Die Möglichkeit, je nach Bedarf ein Negativ mit ideal passender Emulsion einlegen zu können, führt dazu auch in den unterschiedlichsten Aufnahmesituationen mit nur einer einzigen Filmkamera auszukommen, da ausschließlich das Negativ gewechselt werden muss. Dies ist einer der entscheidenden Vorteile der Filmtechnik gegenüber der Videotechnik, da die Aufnahmetechnik einer Videokamera im Idealfall sämtliche Eigenschaften aller auf dem Markt befindlichen Filmemulsionen in sich vereinen müsste.

2.1.2 HDTV

Schon seit den 1980er Jahren gab es Versuche mit analogem hochauflösendem Fernsehen. Hier sollen jedoch nur die aktuell verwendeten digitalen HDTV-Standards betrachtet werden. Außerdem ist es wichtig, die Begriffe HD und HDTV differenziert zu betrachten. Die Bezeichnung HD bezeichnet allgemein hochauflösende Bilder, egal welchen Standards. Dieser Begriff ist unabhängig von den verschiedenen Produktions- und Sendestandards und Wiedergabenormen. HD-Videosignale können so je nach Art der Anforderungen in den verschiedensten Bereichen flexibel eingesetzt werden. Im Gegensatz hierzu umfasst der Begriff HDTV die komplette fernsehkompatible Produktionskette von der Aufzeichnung bis hin zur Wiedergabe.⁵⁰

Ein HDTV-Videosignal kann entweder direkt von einer HD-fähigen Videokamera ausgegeben werden oder aus Filmmaterial durch eine Abtastung erzeugt werden. Hierbei sei zu beachten, dass die Auflösung und Kornstruktur eines 16mm-Films knapp für die HDTV-Verwendung ausreicht. Die BBC wird so ab 2010 kein auf 16mm gedrehtes Material für die

⁴⁹ Slansky 2004, 17

⁵⁰ vgl. Slansky 2004, 30 f.

Ausstrahlung in HDTV akzeptieren, da das Filmkorn in der verwendeten starken HD-Kompression zu Bildartefakten führen kann. Es ist heute aber bereits eine Software in der Entwicklung, die das Kornrauschen je nach technischer Anforderung und gewünschtem Look der Bilder reduzieren oder sogar völlig kompensieren kann.⁵¹

Wie schon erwähnt, sollte mit HDTV erstmals ein zum Kinofilm kompatibler Standard im Fernsehen geschaffen werden. So existieren heute HD-Normen, die ebenso wie der Kinofilm mit 24 Bildern pro Sekunde laufen. Die Kameras sind heute klein und handlich wie die Vorgänger mit SD-Auflösung. Auch die neuen Wiedergabegeräte, wie z.B. LCD- und Plasmafernseher verdrängen heute zunehmend den klassischen Röhrenfernseher aus den Wohnzimmern⁵². Vielerorts ist die gesetzliche Umstellung auf HDTV bereits beschlossen worden. So hat die Regulierungsbehörde FCC in den USA schon in den 1990er Jahren die Umstellung auf HDTV bis zum Jahr 2006 gefordert⁵³. Im Juni 2009 wurde zumindest schon die analoge Verbreitung der Fernsehsender in den USA komplett abgeschaltet und auch die letzten Sender auf Digitaltechnik umgestellt⁵⁴. Somit wird HDTV in naher Zukunft als neuer Standard die alten SD-Normen ablösen.

Die am weitesten verbreiteten digitalen HDTV-Standards arbeiten mit einer Auflösung von 1920 x 1080 Bildpunkten im interlaced-Modus oder mit 1280 x 720 Bildpunkten im progressive-Modus. Interlaced bedeutet, dass die Bilder wie schon im analogen Fernsehen als Halbbilder aus den geraden und ungeraden Zeilen abwechselnd im so genannten Zeilensprungverfahren übertragen werden. Im progressive-Standard werden dann alle Zeilen des Bildes wie beim analogen Film zur selben Zeit aufgezeichnet und wiedergegeben. Als Bildwiederholfrequenzen sind 24, 25, 50 und 60 Bilder pro Sekunde vorgesehen, wobei im 1080er Format 50 und 60 Bilder pro Sekunde ausschließlich im interlaced-Modus möglich sind. Zum Vergleich arbeitet die PAL-Norm digital mit 720 x 576 Bildpunkten bei 50 Halbbildern in der Sekunde, die NTSC-Norm digital mit 720 x 480 Bildpunkten bei 60 Halbbildern in der Sekunde⁵⁵. Der große Vorteil des Halbbildverfahrens ist auch heute noch im HD-Bereich, dass die Datenmenge gegenüber einem Vollbild auf die Hälfte reduziert werden kann. Die höhere Zeilenanzahl des HDTV wirkt sich dabei positiv auf die sichtbaren Bildqualitätsverluste wie

⁵¹ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 6/2009, 36 f.

⁵² vgl. Slansky 2004, 30

⁵³ vgl. Hahn 2005, 16 f.

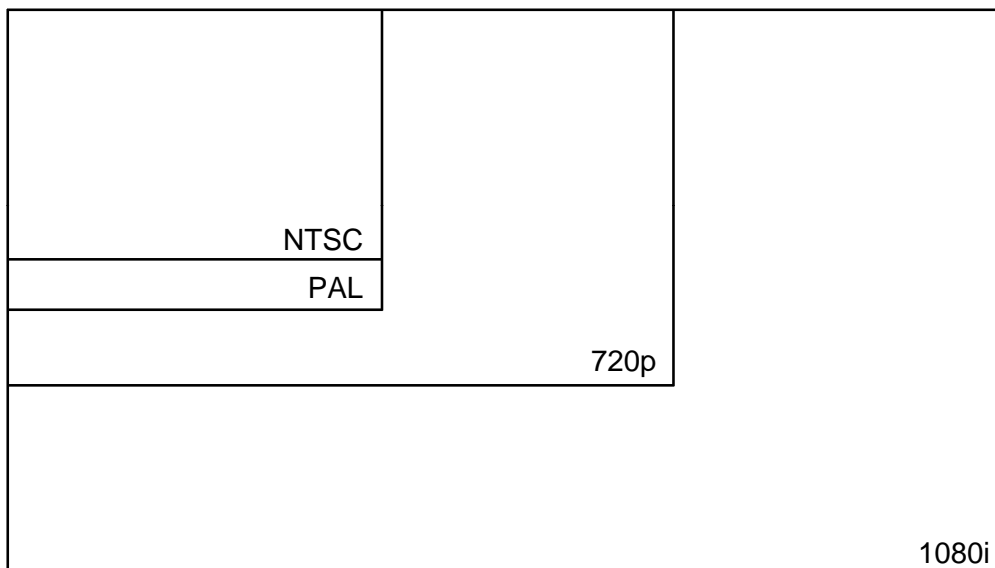
⁵⁴ vgl. Pötzsch 2009

⁵⁵ vgl. Hahn 2005, 10

das Kantenflackern und Zwischenzeilenflimmern, welche beim SD-Halbbildverfahren noch stärker auftreten, aus⁵⁶.

Das Standardbildformat 16:9 mit dem Bildseitenverhältnis von 1:1,78 wurde hier als Kompromiss zwischen den Breitbildformaten des Films und den Fernsehbildformaten ausgewählt, damit keine zu breiten schwarzen Balken am Bildrand stören.⁵⁷

Abbildung 3: Größenvergleich HDTV und SDTV⁵⁸



Die erhöhte Zeilenanzahl erlaubt außerdem einen geringeren minimalen Betrachtungsabstand, der es ermöglicht größere Bildschirme zu bauen, bzw. dichter am Bildschirm zu sitzen, ohne die einzelnen Bildpunkte wahrzunehmen. Der Betrachtungsabstand ist von der jeweiligen Bildhöhe abhängig. Beim Fernsehen in SD-Auflösung beträgt er mindestens ca. das sechsfache der Bildhöhe. Im Kino hingegen ermöglicht die hohe Auflösung des Films trotz der großen Leinwände schon einen Betrachtungsabstand der anderthalb- bis dreifachen Bildhöhe. Die HD-Auflösung ermöglicht nun auch mit dem dreifachen Abstand im Verhältnis zur Bildhöhe eine Verwendung im Kino und damit auch die Verwendung größerer Bildschirme für den Heimgebrauch⁵⁹. Bei gleichbleibenden Bildschirmgrößen würde ansonsten zu Hause nicht viel von der Auflösung des Bildes im Auge des Betrachters

⁵⁶ vgl. Messerschmid 2004, 60

⁵⁷ vgl. Messerschmid 2004, 60 f.

⁵⁸ in Anlehnung an Hahn 2005, 10

⁵⁹ vgl. Slansky 2004, 26

ankommen. So müsste man bei einem Fernseher mit 90 cm x 50 cm Bildschirm schon 1,5 Meter vor dem Fernseher sitzen, um die volle Auflösung optimal auszunutzen. Da aber die wenigsten Menschen so nah vor dem Fernseher sitzen, sondern eher 2,5 bis 3 Meter Abstand gewohnt sind und ab 3 Metern Entfernung bereits kein Unterschied mehr zwischen SD und HD wahrnehmbar ist, ist die Standardauflösung bis heute vollkommen ausreichend gewesen.⁶⁰

Da die Kinovorführung bis heute in der Regel mittels eines 35mm-Films erfolgt, eignen sich ausschließlich progressive Aufnahmeformate für die Ausbelichtung auf Film, da es selbst beim heute möglichen Zusammenfügen von zwei einzelnen, aufeinanderfolgenden Halbbildern bei schnellen Bewegungen im Bild zu Problemen kommen kann.⁶¹

Die Bildqualität ist jedoch bei weitem nicht nur von Auflösung und Bildwiederholfrequenz abhängig. Die Farb- und Helligkeitsabstufungen sind elementar wichtig für die korrekte Wiedergabe der Kontraste des Bildes. Das Auge ist für die Wahrnehmung dieser Bildinformationen erheblich sensibilisierter als für die bloße Bildauflösung⁶². Ein Problem der HDTV-Signalstruktur liegt hier z.B. beim linearen Aufbau des Signals. Anders als das menschliche Auge in der Wahrnehmung arbeitet, bedeutet im linearen HD-Signal eine Verdopplung der Lichtmenge auch immer eine Verdopplung des Signalwertes. Da der Mensch deutlich besser in der Lage ist, Helligkeitsunterschiede in den Schattenbereichen zu unterscheiden als in den hellen Bildpartien, ist es sinnvoll, die Grauabstufungen in den dunklen Bereichen feiner zu wählen und die Abstufungen mit zunehmender Bildhelligkeit immer größer werden zu lassen. So kann das Signal am besten ausgenutzt werden. Logarithmische HD-Daten sind jedoch in der HDTV-Norm nicht vorgesehen und werden meist nur in der professionellen Kinofilmproduktion eingesetzt.⁶³

Trotz der scheinbar universellen Einsetzbarkeit der HDTV-Formate muss beachtet werden, dass nicht jedes Format auch für jede Anwendung einsetzbar ist. Während z.B. eine Kamera mit 1080 Zeilen und 24 progressiven Vollbildern in der Sekunde für eine Kinofilmproduktion am besten geeignet ist, so ist dieselbe Kamera für eine Aufzeichnung schneller Sportübertragungen vollkommen untauglich. Umgekehrt wäre die für Sport optimale Kamera mit 1080 Zeilen und 50 oder 60 Halbbildern pro Sekunde nicht für das Kino geeignet. Durch die wachsende Formatvielfalt wird es in

⁶⁰ vgl. Messerschmid 2004, 61

⁶¹ vgl. Wheeler 2007, 53 f.

⁶² vgl. Messerschmid 2004, 61

⁶³ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 5/2009, 73 f.

Zukunft von daher immer wichtiger werden, sich vorher darüber im Klaren zu sein, für welche Anwendungen die Geräte genau gebraucht werden und dann aus der großen Angebotsvielfalt auch das richtige auszuwählen.⁶⁴

2.1.3 digitale Kinematographie

Für die digitale Bildaufzeichnung hat sich bis heute noch kein allgemeingültiger digitaler Aufzeichnungsstandard durchgesetzt. Nach wie vor ist die Qualität eines auf 35mm-Film aufgenommen Bildes dem einer Videokamera nach HDTV-Norm in der Auflösung sowie der Helligkeits- und Farbwiedergabe überlegen. Aber auf der Distributionsseite im Kino beginnt ein digitaler Standard, sich durchzusetzen. Die sieben größten Filmproduktionsfirmen beschlossen 2002, die Einführung des digitalen Kinos voranzutreiben. Zu diesem Zweck wurde 2003 die DCI (*Digital Cinema Initiatives*) gegründet. Sie legt fest, welche Mindestanforderungen für eine digitale Projektion im Kino gelten sollen. Die HDTV-Norm mit fast 2K horizontaler Auflösung reicht laut DCI nicht für einen Kinostandard aus, stattdessen wird eine Auflösung von bis zu 4K angestrebt⁶⁵. Wenn sich dieser Standard global durchsetzt, wird es im Gegensatz zur heutigen Zeit, in der die Wiedergabennormen der wenigen verschiedenen Kinosäle untereinander meist inkompatibel sind, für die Kinobetreiber in Zukunft deutlich weniger risikobehaftet sein, auf digitale Projektion umzusteigen⁶⁶. Selbst eine Norm für die Wiedergabe von 3-D-Filmen ist seit 2007 in den DCI-Spezifikationen enthalten⁶⁷.

Dies hat, wenn auch nur indirekt, Auswirkungen auf die Aufzeichnungsnormen der digitalen Kinematographie. Wenn feststeht, in welcher Form die Filme in Zukunft digital projiziert werden, kann dies schon bei der Entwicklung der Kameras berücksichtigt werden und ein an diese Wiedergabennorm angepasster Aufzeichnungsstandard entwickelt werden.

Die heute verbreiteten digitalen Filmkameras setzen in der Regel auf eigene Video- und Dateiformate für die Bildaufzeichnung und Speicherung. Oftmals werden hier keine Videosignale mehr im herkömmlichen Sinne, sondern die unverarbeiteten und unkomprimierten Rohdaten aus dem Sensor, abgespeichert. So ist hier auch die erwähnte logarithmische Struktur des Signals im Gegensatz zu HDTV möglich. Erst in der Postproduktion werden aus diesen Daten dann abspielbare Videosignale erzeugt. Da hier aber jeder Hersteller zurzeit noch seine eigenen Aufzeichnungsnormen hat,

⁶⁴ vgl. Messerschmid 2004, 70

⁶⁵ vgl. von Staden/Hundsdoerfer 2004, 225

⁶⁶ vgl. Westerkamp 2004, 253

⁶⁷ vgl. Janssen 2008

wird an späterer Stelle genauer auf die Details einzelner Produktionssysteme eingegangen.

Auch wenn die Wahl und Nutzung der HD-Filmkameras flexibel ist, haben diese trotzdem alle etwas gemeinsam. Da die Postproduktion in der Regel nicht auf ein bestimmtes Dateiformat zugeschnitten ist, muss die Weiterverarbeitung der jeweiligen Daten mit den gängigsten Schnittsystemen möglich sein, um sich in der Praxis auch durchsetzen zu können.

2.2 beständige Technik

Da sich die Filmtechnik in ihrer Entwicklung bis heute nur in kleinen evolutionären Schritten weiterentwickelt hat, sind es die Filmschaffenden gewohnt, mit ihrem jeher vertrauten Equipment zu arbeiten. Der Work-Flow und die Arbeitsweisen sowie die Arbeitsaufteilung am Filmset haben sich im Laufe der Jahre nur wenig verändert. „Das ‚modernste Medium‘ hat früh einen hartnäckigen Konservatismus entwickelt, der es immun gegen die Modernisierungswellen gemacht hat, die andere Industrien zur gleichen Zeit nachhaltig verändert haben.“⁶⁸ Die digitalen Filmproduktionstechniken müssen diese hohe Hürde erst einmal überwinden, wenn sie sich durchsetzen und die Filmindustrie davon überzeugen sollen, dass es mehr Vorteile als Nachteile mit sich bringt, die Produktion zu digitalisieren.

Langlebigkeit

Damit sich neue Filmtechnik durchsetzen kann, ist es wichtig, dass sie wie bisher über viele Jahre hinweg nicht veraltet und einsetzbar ist. Dies setzt natürlich voraus, dass Aufzeichnungsstandards verwendet werden, die auch in vielen Jahren noch abspielbar sind. So ist es heute kein Problem, einen 100 Jahre alten Film in einen Projektor einzulegen und abzuspielen, während es ein Ding der Unmöglichkeit ist, heute noch für ein altes U-Matic-Band aus den 1970er Jahren schnell und einfach ein funktionstüchtiges Abspielgerät aufzutreiben zu können.⁶⁹

Durch die hochpreisige Filmtechnik und den begrenzten Absatzmarkt - weltweit besteht nur ein Bedarf von rund 6.000 professionellen Filmkameras für Spielfilm und TV-Produktionen⁷⁰ - werden nur selten neue Geräte angeschafft und die vorhandenen so lange wie möglich eingesetzt. Durch den simplen Einsatz der neuen Filmemulsionen ist auch heute noch die Bildqualität älterer Filmkameras steigerbar⁷¹.

⁶⁸ Hochhäusler 2004, 49

⁶⁹ vgl. Slansky 2004, 20

⁷⁰ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 6/2009, 36

⁷¹ vgl. Kodak 2004, 167

Am sinnvollsten ist für Kamerateams daher eine digitale Filmkamera, die in ihrer Bedienung mit den analogen Vorgängern identisch ist und sich weniger an den auf dem Markt befindlichen EB-Kameras orientiert. Ideal wäre so z.B. eine ähnliche Lösung für 35mm-Filmkameras wie in der professionellen Fotografie, in der die Verwendung neuer digitaler Kamerarückteile mit alten analogen Kameras möglich ist, sodass der Fotograf sein altes Equipment weiterhin benutzen kann.⁷²

Der Kamerahersteller *Arri*, bisher hauptsächlich bekannt aus dem analogen Filmbereich, entwickelt heute auch digitale Kameras für die Produktion in Filmqualität. Ein Grundsatz bei der Entwicklung stellt die geforderte lange Lebensdauer dar. So ist das digitale Pendant zum 35mm-Film, die *Arriflex D-20*, beim Aufbau eng an analoge *Arriflex*-Kameras angelehnt. Auch das Bedienkonzept ist auf eine langfristige Benutzbarkeit ausgelegt, da die ständige Umgewöhnung auf neue Kameramodelle einen Kameramann am Set nur Zeit und Nerven kostet. Die *D-20* ist so z.B. ohne weiteres fähig für ein Upgrade zur *D-21* bei gleichbleibender Bedienbarkeit. Dieses langfristige Konzept soll auch für die bei *Arri* in Entwicklung befindliche 2K Kamera gelten, die als Pendant zur 16mm-Filmkamera für TV-Filmproduktionen gedacht ist.⁷³

höchste Qualität

Dieameratechnik selbst muss auch durch robuste und hochwertige Verarbeitung den harten Anforderungen einer Filmproduktion gewachsen sein. Aufnahmen an originalen Drehorten mit extremen Klima- und Wetterbedingungen dürfen kein Problem darstellen. Zusätzlich ist auch eine möglichst geräuschlose Kamera bei der Aufnahme von Originalton erforderlich. Das Surren der Filmtransportmechanik oder eines Lüfters kann schnell bei der Arbeit in ruhigen Umgebungen zu laut sein.⁷⁴

Besonders hohe Anforderungen sind an die Qualität des Suchers gestellt. Die aus dem Videobereich bekannten elektronischen Sucher sind meist durch mangelnde Auflösung, unzureichende Kontrast- und Farbwiedergabe sowie einen zu kleinen Sicherheitsbereich außerhalb der Bildkante für Filmproduktionen nicht besonders gut geeignet, um z.B. rechtzeitig vermeiden zu können, dass ein Mikrofon ins Bild gerät.⁷⁵

Die gesamteameratechnik, inklusive des benötigten Zubehörs, muss auch für digitale Systeme wie bisher so konstruiert sein, dass jedes Mitglied

⁷² vgl. Gööck 2004, 46

⁷³ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 6/2009, 34 f.

⁷⁴ vgl. Kraus 2004, 76

⁷⁵ vgl. ebenda

der Crew seine spezifischen Aufgaben präzise und unter Druck erfüllen kann, wie u.a. das Ziehen der Schärfe. Die wichtigsten Funktionen der Kamera müssen schnell und eindeutig ablesbar und die Einstellmöglichkeiten einfach veränderbar sein. Ebenso darf die Ausrüstung nicht zu unhandlich und schwer sein, damit auch die Verwendung mit Handgriffen oder einer Steadicam gewährleistet ist. Eine schnelle Anpassung an diese verschiedenen Gegebenheiten ist durch die geringe Zeit am Filmset zusätzlich von großer Bedeutung.⁷⁶

Kompatibilität

Da das vorhandene Zubehör für die Kamera in der Regel ähnlich hochwertig und teuer wie die Kameras selbst ist, liegt es nahe, dieses in Zukunft weiterhin benutzen zu wollen. Bislang war es jedoch meist so, dass die Zubehörteile von Video- und Filmtechnik untereinander nicht kompatibel waren. So sind z.B. die hochwertiger verarbeiteten Objektive für Filmkameras nicht an Videokameras verwendbar. Die bislang erhältlichen Videoobjektive genügten jedoch selten den Ansprüchen der Filmemacher, sodass es mittlerweile extra neue Videooptiken in Filmkameraqualität gibt. Diese sind dann jedoch auch wieder genau so teuer in der Anschaffung. Auch die üblichen Schärfeziehrichtungen sind selten an Videotechnik einsetzbar.⁷⁷

Die Inkompatibilität setzt sich auch bei den entwickelten Aufzeichnungsformaten im Videobereich fort. In der Regel sind die technischen Neuheiten untereinander nicht kompatibel. Diese Konkurrenz treibt den Fortschritt zwar auch immer weiter an, allerdings bremst die Formatvielfalt die Durchsetzung eines einheitlichen Standards aus.⁷⁸

Da die aufgezeichneten Daten einer digitalen Filmkamera meist in keinem Standardvideosignal vorliegen, ist die Verwendung externer Software nötig, um diese Daten in abspielbare Bilder umzuwandeln, die ebenfalls von Kameramodell zu Kameramodell unterschiedlich sind. Wer also keine passende Software besitzt, kann mit digitalen Daten meist nichts anfangen. Dies führt z.B. zu Problemen bei der Archivierung der Rohdaten, da es unwahrscheinlich ist, dass in ferner Zukunft diese Software noch erhältlich sein wird und die Bilddaten damit unlesbar werden könnten, wenn sie nicht vorher schon in abspielbare Videosignale umgewandelt worden sind.⁷⁹

⁷⁶ vgl. ebenda

⁷⁷ vgl. Slansky 2004, 114

⁷⁸ vgl. Slansky 2004, 19

⁷⁹ vgl. Richter 2008, 52 f.

2.3 Wirtschaftlichkeit

Neben den hohen Anschaffungs- und Mietkosten professioneller Filmtechnik spielen auch die damit verbundenen Folgekosten, die im Vorfeld mit einkalkuliert werden müssen, eine wichtige Rolle. Während eine Videoproduktion auf den ersten Blick durch den Wegfall des teuren Filmnegativs und seiner Entwicklung billiger zu sein scheint, ist dies in der Praxis unter Umständen nicht immer der Fall, da die Gerätemiete für eine HD-Kamera heute in der Regel teurer als für eine 35mm-Kamera ist. Außerdem führt z.B. die für HD erforderliche ausgeglichene Beleuchtung am Set dazu, dass mehr Zeit und Aufwand für den Aufbau des Lichts und damit auch mehr Kosten benötigt werden, als bei einem Dreh auf 35mm. Diese und weitere Posten mindern den Preisvorteil von HD so enorm, dass sich ein genauer Vergleich im Vorfeld immer lohnt. So können sich, wenn der Einsatz digitaler Effekte geplant ist, die Kosten für das Abtasten des Negativs im Digital Lab gespart werden, wenn schon gleich digital gedreht wird. Diese Beispiele zeigen, dass für jede Produktion individuell alle Faktoren neu berücksichtigt und in die Kalkulation miteinbezogen werden müssen.⁸⁰

Auch die Lagerfähigkeit des gewählten Aufzeichnungsformates sollte rechtzeitig berücksichtigt werden. Ein modernes Filmnegativ kann bei richtiger Lagerung über 100 Jahre lang archiviert werden. Digitale Speichermedien, wie Magnetbänder oder optische Datenträger, zersetzen sich schon nach deutlich kürzerer Zeit, bzw. das digitale Medium ist technisch überholt und muss mangels Wiedergabehardware in regelmäßigen Abständen auf neue Datenträger umkopiert werden. Es gibt Fälle, in denen DVDs schon nach 5 Jahren Lagerung unabspielbar wurden. Ein digital produzierter Film wird daher heute in der Regel auf Film ausbelichtet archiviert, was wiederum Kosten verursacht.⁸¹

Bei der Archivierung digitaler Daten stellt sich zudem die Frage, ob die unkomprimierten Daten aus der Postproduktion oder die für den Vertrieb komprimierten Signale für die Zukunft erhalten werden sollen⁸². Ein auf 35mm ausbelichteter, auf HD gedrehter Film hat heutzutage in der Regel keine für den Zuschauer sichtbaren qualitativen Unterschiede zu einer direkt auf Film gedrehten Produktion⁸³.

In der heutigen Zeit kommen oft neue Auflagen alter Kinofilme digital restauriert als DVD oder in HDTV-Qualität als Blu-ray Disc auf den Markt. Dies ist nur dadurch möglich, dass die existierenden archivierten Filmko-

⁸⁰ vgl. Hahn 2005, 53-56

⁸¹ vgl. Slansky 2004, 109 f.

⁸² vgl. Slansky 2004, 31

⁸³ vgl. Wheeler 2007, 14

pien eine so hohe Auflösungsreserve haben, dass es sich lohnt, die Filme erneut abzutasten und in besserer Qualität für die Folgemedien auf den Markt zu bringen⁸⁴. Anders sieht dies bei digital aufgezeichneten Filmen aus. Durch die durch den Sensor fest vorgegebene Auflösung der Kamera ist im Gegensatz zum analogen Film für zukünftige Auswertungen kein Spielraum mehr nach oben. Ein auf HD gedrehter Film kann nicht für den Nachfolger des HDTV-Standards ohne Qualitätsverlust durch Interpolation an eine höhere Auflösung angepasst werden. Der analoge Film hingegen kann einfach beliebig neu abgetastet werden.⁸⁵

Der Dreh auf zukunftsorientierten Formaten wirkt sich aber auch schon heute positiv auf die Bildqualität aus. Schon im SDTV sehen Filme, die auf 35mm oder äquivalenten HD-Formaten gedreht wurden und auf SD herunterkonvertiert wurden, besser aus als Produktionen, die gleich auf 16mm oder in SD gedreht wurden⁸⁶. So werden heute schon, selbst wenn erst einmal keine Auswertung in HDTV geplant ist, viele Filme und Serien bereits in HD gedreht, um für die Zukunft gesorgt zu haben und auch heute schon die beste Bildqualität liefern zu können.⁸⁷

Da die Speicherung unkomprimierter Videodaten durch die sehr hohen Datenraten viel Speicherplatz verbraucht, ist dies bisher auch relativ teuer. Es macht daher nur Sinn, so lange mit unkomprimierten Daten zu arbeiten, wie diese in der Postproduktion benötigt werden, um dem Zuschauer eine sichtbare Verbesserung des Bildes zu gewährleisten. So lange der Zuschauer die Unterschiede zwischen den Rohdaten und einem in der Datenrate komprimierten Bild nicht störend wahrnehmen kann, lohnt es sich nicht, hierbei unnötige Kosten zu verursachen und man sollte dann lieber gleich mit den reduzierten, aber qualitativ völlig ausreichenden Daten arbeiten.⁸⁸

2.4 kreative Gestaltungsmöglichkeiten

Neben all diesen technischen und wirtschaftlichen Aspekten, die meist für die Produzenten wichtiger sind, stehen für die Kameraleute auch die gestalterischen Möglichkeiten einer Aufnahmetechnik im Vordergrund.

„Wir sind von unserem Beruf her Fotografen, wir möchten gern mit den klassischen und modernen Mitteln der Fotografie arbeiten - das ist unser Gestal-

⁸⁴ vgl. Kraus 2004, 74 f.

⁸⁵ vgl. Gierke 2000, 150 f.

⁸⁶ vgl. Wheeler 2007, 14

⁸⁷ vgl. Messerschmid 2004, 63

⁸⁸ vgl. Messerschmid 2004, 64

tungsmittel, das wir einem Film und seinem Regisseur zur Verfügung stellen können.“⁸⁹

Dafür ist es notwendig, dass auch mit den neuen Kamerasystemen den Kameraleuten alle dramaturgisch benötigten Gestaltungsmittel, wie z.B. das Arbeiten mit geringer Schärfentiefe, auch bei der Arbeit mit HD erhalten bleiben⁹⁰. Die höhere Schärfe und Auflösung von HD verändern allein nur wenig die Möglichkeiten bei der Bildgestaltung. Viel wichtiger für die ästhetische Wirkung der Bilder ist das komplette Zusammenspiel der zusätzlichen Bildparameter, bestehend aus Farbwiedergabe, Farbeffekten, Licht und Schatten und die Abstufungen der Kontraste. Diese müssen, wie es bisher der analoge Film ermöglicht, dem Kameramann zur völlig freien kreativen Gestaltung des Bildes kontrollierbar gemacht werden. Er darf bei der Arbeit nicht durch die technischen Parameter eines Mediums in der künstlerischen Umsetzung seiner Ideen eingeschränkt werden.⁹¹

Darüber hinaus ermöglichen neue Techniken in der Regel auch qualitativ hochwertigere Bilder und neue ästhetische Möglichkeiten der Bildgestaltung. Diese führen jedoch nicht automatisch zu besseren Bildern und besseren Filmen. Die Kameraleute müssen erst einmal lernen, diese neuen Techniken auch sinnvoll einsetzen zu können, damit nicht umgekehrt die Technik die Menschen beherrscht.⁹²

Die vielen neuen digitalen Möglichkeiten, die schon in den Produktionsvorbereitungen verwendet werden, wie z.B. das digitale Storyboard, erweitern die kreativen Möglichkeiten nur in beschränktem Maße, da die Ideen, die hierbei umgesetzt werden, nach wie vor den Köpfen der Filmemacher entspringen müssen. So entstehen nur dann Vorteile, wenn beispielsweise mangels zeichnerischen Talents den einzelnen kreativen Mitarbeitern die Visualisierung ihrer eigenen Ideen erleichtert wird.⁹³

Außer Frage steht jedoch, dass die neuen Möglichkeiten, die das Digital Lab und die visuellen Effekte in der Postproduktion zur Verfügung stellen, die Umsetzung vieler Filmideen erst jetzt möglich gemacht und den kreativen Gestaltungsspielraum damit erheblich erweitert haben.⁹⁴

⁸⁹ Coulanges 2008, 152

⁹⁰ vgl. Kraus 2004, 75 f.

⁹¹ vgl. Messerschmid 2004, 61

⁹² vgl. Gierke 2000, 28 f.

⁹³ vgl. Gierke 2000, 85

⁹⁴ vgl. Messerschmid 2004, 64

3 erfolglose Filmproduktionstechniken

Auch wenn im Laufe der Jahre nur wenige technische Neuerungen die klassische Filmproduktion nachhaltig verändert haben, so wurden doch innerhalb der letzten 100 Jahre etliche Versuche unternommen, die Filmherstellung von Grund auf zu revolutionieren. Dies betrifft sowohl die bei der Produktion eingesetzten Techniken, als auch völlig neue Präsentationsformen in den Kinos. Die Verbesserung der Technik beschränkte sich oftmals nur auf die quantitative Aufwertung der bisherigen Systeme, wie z.B. ein immer größeres und höher aufgelöstes Bild. Die erzählten Inhalte blieben jedoch meist die alten, die auch mit konventioneller Filmtechnik gut und günstig zu produzieren gewesen wären.⁹⁵

Da die Filmindustrie wirtschaftlich arbeiten muss, setzten sich die Technologien durch, bei denen die höheren Kosten auch im Verhältnis zu einer deutlichen Verbesserung des Filmerlebnisses für den Zuschauer standen, damit dieser dazu bereit ist den Mehrpreis zu bezahlen. Dies führte natürlich dazu, dass sich nicht immer die qualitativ besten Techniken durchgesetzt haben, sondern meist diejenigen mit dem für die Produktionsfirma besten Preis-Leistungs-Verhältnis.⁹⁶

Die meisten Techniken und Filmformate wurden nur zu Testzwecken bei einzelnen Produktionen angewendet. Sie setzten sich mangels eines Standards selten weiter durch und verschwanden in der Regel wieder so schnell, wie sie entstanden waren. Einige wenige Systeme setzten sich zumindest in Nischenbereichen durch, wie z.B. in den Erlebniskinos, bei denen es dann aber auch meist weniger auf den Inhalt, als auf die Präsentationstechnik ankommt. Nur ein kleiner Bruchteil der entwickelten Systeme brachte es zu einem Standard, der in der gesamten Filmindustrie eingesetzt wurde.

Oftmals waren die neu entwickelten Techniken auch einfach nur ihrer Zeit voraus und mit den alten analogen Systemen nur sehr schwer oder für das Kino qualitativ unzureichend umzusetzen. Es gab schon früh den Versuch, in 3-D oder mit hochauflösenden Videokameras Filme zu drehen. So wurde der 3-D-Film schon 1952 in Hollywood populär und 1979 stellten *Panavision* und *Ikegami* bereits elektronische Filmkameras vor⁹⁷. Diese Produkte setzten sich jedoch nie durch und erleben erst heute in ihrer digitalen Umsetzung einen deutlich größeren Erfolg.

⁹⁵ vgl. Slansky 2004, 27

⁹⁶ vgl. Hochhäusler 2004, 49

⁹⁷ vgl. Haines 1993, 72, vgl. Slansky 2004, 27

3.1 Breitwandformate

Bedingt durch die Verbreitung des Fernsehens musste sich die Kinoindustrie in den 1950er Jahren etwas Neues einfallen lassen, um die Zuschauer weiterhin in die Kinosäle zu locken. Ein Versuch war die Einführung neuer Breitbildfilmformate. Durch die breiteren Leinwände sollte sich der Zuschauer noch unmittelbarer ins Geschehen hinein versetzt fühlen, anders als es beim Kino im Normalformat zuvor der Fall war, bzw. es das kleine Fernsehbild vermochte. Die meisten der entwickelten Breitbildsysteme konnten sich nicht über eine längere Zeit hinweg durchsetzen und verschwanden schon nach wenigen Filmen meist wieder vom Markt. Dies lag in der Regel daran, dass zu Beginn der Breitbildära meist komplizierte Kamera- und Projektionssysteme benötigt wurden, die verhältnismäßig teuer im Einsatz waren.⁹⁸

Eines der ersten populären Breitbildformate war das 1952 präsentierte *Cinerama*. Diese Technik baute darauf auf, nicht nur einen Filmstreifen bei der Aufnahme und Projektion zu verwenden, sondern gleich drei gleichzeitig. Drei Kameras wurden beim Dreh durch ein starres Gerüst so miteinander verbunden, dass sie jeweils ein Drittel des Gesamtbildes auf herkömmlichen 35mm-Film aufzeichneten. Im Kino wurden diese Filmstreifen dann von drei Projektoren auf eine gebogene Leinwand projiziert, sodass sich ein großes Bild ergab, das in etwa dem menschlichen Blickfeld entsprach. Um den Zuschauern noch deutlicher das Gefühl zu vermitteln, unmittelbar am Geschehen dabei zu sein, gehörte ein 7-Kanal-Surround-Sound zum Standard dazu. Auf einem vierten 35mm-Magnetfilm wurden diese sieben Tonspuren gespeichert. Fünf Lautsprecher befanden sich hinter der runden Leinwand, zwei weitere hinter dem Publikum.⁹⁹

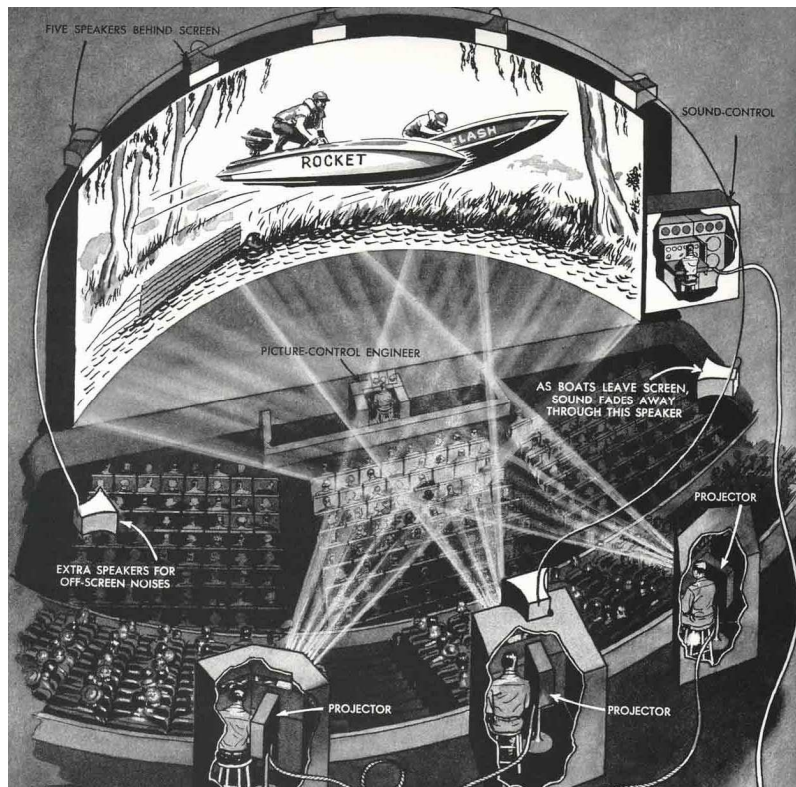
Zu Beginn wurde ein New Yorker Kino zu Testzwecken kostenintensiv zu einem *Cinerama*-Kino umgebaut. Auch die Vorführungen waren teurer als bei herkömmlichen Filmen. Jeder, der zunächst noch in Kabinen räumlich getrennten Projektoren, musste von je einem Filmvorführer bedient werden. Ein weiterer Techniker bediente die Tonanlage. Koordiniert wurden alle zusammen vom Haupttechniker, der die Vorführung startete und im Saal überwachte. Später wurden die Positionen des Hauptvorführers und des Tontechnikers nur noch von einer Person besetzt, der frei gewordene Vorführer kümmerte sich dann um die Vorhänge und das Saallicht. Dieser Personalaufwand war nötig, da es höchste Präzision erforderte, die drei Filmprojektoren und die Tonanlage aufs Bild genau synchron laufen zu las-

⁹⁸ vgl. Hochhäusler 2004, 49

⁹⁹ vgl. Carr/Hayes 1988, 13 ff.

sen. Sobald ein Film beschädigt war, mussten auch die anderen Filme dementsprechend angepasst werden. Erschwert wurde die Arbeit der Vorführer zusätzlich durch die später immer größer und schwerer werdenden Filmrollen, die zuletzt nur noch mit Hydraulikaufzügen bewegt werden konnten.¹⁰⁰

Abbildung 4: Cinerama-System¹⁰¹



Das Filmerlebnis der Zuschauer war für die damalige Zeit sehr beeindruckend. Zu Beginn einer jeden Vorstellung wurde ein herkömmlich auf 35mm schwarz-weiß gedrehter Vorfilm gezeigt, der trocken einen Abriss über die geschichtliche Entwicklung des Kinos abhandelte. Kurz bevor die ersten Zuschauer das Kino entnervt verlassen haben sollen, um ihr Geld zurück zu fordern, öffnete sich der gesamte Vorhang und mit den Worten „Ladies and Gentlemen, this is Cinerama!“ begannen die drei Projektoren in Farbe eine Achterbahnfahrt aus der Ich-Perspektive auf die Leinwand zu projizieren. Dieses Gefühl war für das Publikum so realistisch, dass sie mit

¹⁰⁰ vgl. Carr/Hayes 1988, 15-22

¹⁰¹ o.V. Cinerama System

zurückgelehnten Köpfen in den Reihen saßen, als ob sie tatsächlich in der Achterbahn fahren würden. Dieser Effekt des Staunens beim Wechsel der Projektionstechnik wurde vor jeder Vorstellung ausgenutzt, um das Publikum noch mehr zu beeindrucken.¹⁰²

Auch andere Systeme funktionierten ähnlich wie *Cinerama* mit mehreren einzelnen Filmstreifen. Der enorme Aufwand während des Drehs und der Projektion sowie die geringe Anzahl an *Cinerama*-fähigen Kinos machten diese Formate auf Dauer zu unwirtschaftlich. Anfang der 1960er Jahre wurde es dann von den anderen Breitbildverfahren verdrängt.¹⁰³

Ein anderes Prinzip des Breitbildes verfolgte das *VistaVision*-Format, entwickelt von der Produktionsfirma *Paramount*. Im Gegensatz zu den meisten anderen Kamera- und Projektionssystemen wurde der 35mm-Filmstreifen nicht vertikal, sondern horizontal transportiert. Das Filmbild erstreckte sich nicht wie üblich in der Höhe über vier Perforationslöcher, sondern in der Bildbreite über acht Perforationslöcher.¹⁰⁴

Abbildung 5: *VistaVision*¹⁰⁵



Der erste Film wurde 1954 präsentiert. Aufgrund der gegenüber mit anamorphotischen Linsen arbeitenden Breitwandssysteme vierfach höheren Kosten und der Tatsache, dass andere Produktionsfirmen außer *Paramount* und der englischen Firma *Rank* dieses System nicht einsetzten, erschien 1963 der letzte Film in *VistaVision*.¹⁰⁶

¹⁰² vgl. Haines 1993, 68

¹⁰³ vgl. Carr/Hayes 1988, 40-56

¹⁰⁴ vgl. Carr/Hayes 1988, 144-147

¹⁰⁵ o.V. *VistaVision*

¹⁰⁶ vgl. ebenda

Die erste Breitbildprojektion mittels eines 70mm-Films erfolgte 1955 mit dem *TODD-AO*-Format. Es sollte ähnlich wie *Cinerama* einen dem einfachen 35mm-Film deutlich überlegenen Bildeindruck bei geringerem Produktions- und Wiedergabeaufwand bieten. Bei der Aufnahme wurde ein vertikal transportiertes 65mm-Negativ in der Kamera eingesetzt. Dieses bietet gegenüber einem klassischen 35mm-Negativ eine vierfach größere Bildfläche. Da für die Projektion die Tonspuren mit auf den Film untergebracht werden sollten, waren die Vorführkopien inklusive der sechs Magnettonspuren 70mm breit.

Abbildung 6: 65mm-Filmbild¹⁰⁷



Dieses System ging in diverse Nachfolgesysteme über, die ebenfalls 70mm-Filme einsetzten. Da es gegenüber dem *Cinerama*-Standard deutlich günstiger war, konnte es sich bis in die 1970er Jahre auf dem Markt halten.¹⁰⁸

Die Merkmale von *VistaVision* und 70mm-Film vereinte dann das 1970 auf der internationalen Weltausstellung in Japan der Öffentlichkeit vorgestellte *IMAX*-System. Es benutzte einen 70mm-Film, dessen gesamte Fläche für das Bild genutzt wurde. Dieser wurde dann wie bei *VistaVision* horizontal durch den Projektor geführt. Der Ton wird extra von einem 35mm-Magnetfilm abgespielt. Genaugenommen handelt es sich beim Bildseitenverhältnis weniger um ein Breitbildformat, als um ein Normalformat, das auf deutlich größere Leinwände projiziert werden kann¹⁰⁹. Auf Basis des *IMAX*-Systems entstanden diverse parallel existierende Weiterentwicklungen. Die bekanntesten sind zum einen das 1973 präsentierte *OMNIMAX*, welches heute als *IMAX-Dome* bezeichnet wird und statt auf eine ebene Leinwand mittels einer Weitwinkellinse in eine runde Kuppel projiziert wird. Das andere bekannte *IMAX*-System ist *IMAX-3D*, das 1986 auf der internationalen

¹⁰⁷ o.V. Filmformat (Film)

¹⁰⁸ vgl. Carr/Hayes 1988, 164-181

¹⁰⁹ vgl. Hauerlev 1999, 126

Weltausstellung vorgestellt wurde. Dieses System verwendet zwei 70mm-Projektoren für die Wiedergabe.¹¹⁰

Abbildung 7: IMAX-Filmbild¹¹¹



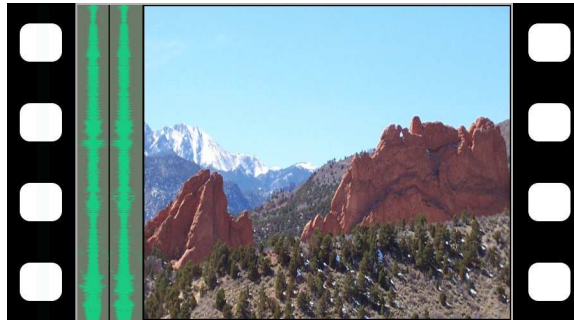
Die *IMAX*-Kinos sind die einzigen, die bis heute noch weltweit Sonderfilmformate präsentieren. Der Fokus liegt jedoch weniger auf den Inhalten der gezeigten Filme, sondern vielmehr auf der besonderen Projektionstechnik. Dies spiegelt sich auch in den wenigen, gegenüber normalen Kinofilmen kürzeren Filmen wider, die in den Kinos gezeigt werden. Für die breite Masse der Spielfilmproduktionen ist die Produktion in einem *IMAX*-Format jedoch zu teuer, sodass es sich bis heute nur um einen Nischenmarkt handelt.

Als einziges System haben sich bei den großen Spielfilmproduktionen bis zum heutigen Zeitpunkt die anamorphotischen Breitbildverfahren durchgesetzt. Das *CinemaScope*-Format ist bis heute das bekannteste der vielen eingesetzten Formate, auch wenn seit den 1970er Jahren meist eigentlich die anamorphotischen Systeme von *Panavision* eingesetzt werden. Mittels einer anamorphotischen Linse, die das Bild horizontal gestaucht auf einem normalen 35mm-Negativ abbildet, wird das Breitbild aufgezeichnet.

¹¹⁰ vgl. Carr/Hayes 1988, 183 ff.

¹¹¹ o.V. Filmformat (Film)

Abbildung 8: gestauchtes Filmbild¹¹²



Bei der Projektion im Kino muss das gestauchte Bild dann wieder mit einer anamorphotischen Linse entzerrt werden, sodass es die breite Leinwand ausfüllt.

Abbildung 9: entzerrtes Filmbild¹¹³



Auch wenn diese Verfahren in der Bildqualität den meisten anderen Breitbildsystemen unterlegen sind, so sprechen die finanziellen Vorteile deutlich für den Einsatz dieser Systeme, da weder bei der Aufnahme noch bei der Wiedergabe zu den ursprünglichen Filmformaten inkompatible Techniken eingesetzt werden. So ist durch das simple Vorschalten einer anamorphotischen Optik jeder normale Kinoprojektor auch dazu in der Lage, Breitbildfilme zu projizieren.¹¹⁴

3.2 3-D

Ein weiterer Versuch in den 1950er Jahren, das Kino gegenüber dem konkurrierenden Fernsehen aufzuwerten, war der Einsatz von stereoskopischen Filmen, die den Eindruck dreidimensionaler Bilder bei den Zuschauern erwecken.

¹¹² o.V. Anamorphotisches Verfahren

¹¹³ ebenda

¹¹⁴ vgl. Carr/Hayes 1988, 57-64

Da, um einen räumlichen Eindruck zu schaffen, die Bildinformationen für beide Augen getrennt voneinander gespeichert werden müssen, ist es nötig, 3-D-Filme mit zwei Kameras aufzuzeichnen. Die Kameras werden in Augenabstand nebeneinander angeordnet und zeichnen jeweils die Bilder für eines der beiden Augen auf. Bei der Wiedergabe im Kino werden dann mit speziellen 3-D-Brillen die Bilder für das jeweilige Auge herausgefiltert. Für die Projektion existieren verschiedene Techniken. Die damals gebräuchlichsten funktionierten mittels des Farbanaglyphenverfahrens oder des Polarisationsverfahrens.¹¹⁵

Beim Farbanaglyphenverfahren ist die Brille mit farbigen Gläsern ausgestattet. Damals wurden in der Regel ein rotes und ein blaues oder grünes Brillenglas eingesetzt. Die beiden Filmnegative wurden in der Postproduktion entsprechend der jeweiligen Brillenglasfarbe eingefärbt und zusammen auf ein Filmpositiv belichtet. Auf der Leinwand filtern die Brillengläser dann die jeweiligen Bildanteile heraus und im Gehirn entsteht der Eindruck eines plastischen Bildes. Der Nachteil dieses Verfahrens ist, dass es schnell Augenschmerzen verursacht und durch die farbigen Gläser nicht sehr gut für Farbfilme geeignet ist.¹¹⁶

Das Polarisationsverfahren arbeitete damals mit Brillengläsern, die das Licht für das eine Auge horizontal und für das andere Auge vertikal polarisierten. Für die Projektion wurden zwei Projektoren benötigt, die jeweils den einen gedrehten Filmstreifen auf die Leinwand projizierten. Vor der Linse wurden jeweils die gleichen Polarisationsfilter eingesetzt, die auch in den Brillen verwendet wurden. Da die Leinwände das Licht normalerweise diffus reflektieren, was die lineare Polarisation wieder zerstört und die polarisierten Brillen viel Licht schlucken, sind hier silberbeschichtete Leinwände nötig, die das Licht besser reflektieren. Der Vorteil ist, dass Farbfilme deutlich besser aussehen und die Augen nicht so schnell gereizt werden. Von Nachteil ist, dass die Brillen nur funktionieren, solange man seinen Kopf absolut gerade hält. Neigt man ihn zur Seite wirken die Filter nicht mehr und man sieht unscharfe Doppelbilder. Außerdem ist dieses System relativ aufwändig, da es spezielle Leinwände und zwei Projektoren benötigt.¹¹⁷

Als erster großer 3-D-Film kam 1952 *Bwana Devil* heraus. Der Inhalt wurde von Kritikern zwar sehr schlecht bewertet, aber durch die neue 3-D-Technik wurde dieser trotzdem zum Erfolg. Auch die folgenden 3-D-Filme waren inhaltlich nicht sehr gehaltvoll. Sie beschränkten sich meist auf Effekthascherei durch übertriebene Ausnutzung der dreidimensionalen Wir-

¹¹⁵ vgl. Haines 1993, 69-72

¹¹⁶ vgl. Haines 1993, 72

¹¹⁷ vgl. ebenda

kung, indem z.B. Gegenstände in Richtung der Zuschauer geworfen wurden. Da diese Filme das Publikum nicht über längere Zeit anziehen konnten, endete der 3-D-Boom schon 1954 wieder, weil Filmformate wie *CinemaScope* auf die Dauer dem Publikum mehr Abwechslung boten.¹¹⁸

Die Produktion von Filmen in 3-D erfordert nicht nur den simplen Einsatz von zwei Kameras statt einer. Für das Schaffen eines realistischen räumlichen Bildeindrucks sind viele Regeln zu beachten, die die Bildgestaltung gänzlich verändern. So dürfen, um z.B. den räumlichen Eindruck nicht zu zerstören, keine seitlich geneigten Kameraeinstellungen oder geringe Schärfentiefen eingesetzt werden. Da der Fluchtpunkt des Bildes durch das Ausrichten der beiden Kameraobjektive bereits festgelegt ist, stimmen die Perspektiven nur beim Blick des Zuschauers auf genau diesen Punkt. Sollte er den Blick über das Bild wandern lassen, so kommt es schnell zu unnatürlichen Bildern.¹¹⁹

Werden diese Regeln bei der Aufnahme nicht berücksichtigt, so kann es beim Zuschauer schnell zu der so genannten 3-D-Krankheit kommen. Da der räumliche Eindruck erst im Gehirn entsteht, dürfen die 3-D-Bilder keine der Sehgewohnheiten verletzen. So akzeptiert man zwar scheinbar frei vor der Leinwand schwebende Objekte, sobald diese aber vom Bildrand angeschnitten werden ist das Gehirn mit dieser Bildinformation überfordert und es kommt zu Kopfschmerzen. Auch die Tatsache, dass das Gehirn die Fokussierung der Augen auf die unterschiedlich weit entfernten Objekte für den räumlichen Eindruck nutzt, führt zu anfänglichen Irritationen und Kopfschmerzen beim Zuschauer, da das Gehirn durch die verschobenen Bilder beider Augen zwar eine Räumlichkeit erkennt, die Augen jedoch immer nur auf die Leinwand scharf gestellt sind. An diesen Effekt kann sich das Gehirn aber meist schon nach kurzer Zeit gewöhnen, sodass die anfänglichen Kopfschmerzen schnell verfliegen.¹²⁰

Nachdem 3-D-Filme nach den 1950er Jahren hauptsächlich nur noch in speziellen *IMAX-3D*-Produktionen zu sehen waren, gibt es heute wieder einen neuen Trend zu abendfüllenden Spielfilmen in 3-D-Technik. Interessanterweise sind hierbei diverse Parallelen zum Trend aus den 1950er Jahren zu erkennen. So begann der Boom jeweils durch einen Spielfilm, der überraschenderweise zum Kassenschlager wurde. Während es 1952 noch *Bwana Devil* war, der die Kinos füllte, so spielte 2008 der Konzertfilm *Hannah Montana & Miley Cyrus: Best of Both Worlds Concert* obwohl er nur in wenigeren 3-D-Kinos lief, deutlich höhere Einnahmen ein als die Konkur-

¹¹⁸ vgl. Haines 1993, 72 f.

¹¹⁹ vgl. Gierke 2000, 169 f.

¹²⁰ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 8/2008, 88 f.

renzfirme, die zur gleichen Zeit in deutlich mehr Sälen gezeigt wurden. Außerdem ist wie damals durch das aufkommende Fernsehen das Kino wieder einmal bedroht. Heute sind es jedoch die Raubkopien und Heimkinosysteme, die die Kinobetreiber dazu zwingen neue Inhalte zu bieten.¹²¹

So präsentierten diverse Hersteller auf der *NAB 2009*, der weltgrößten Messe für elektronische Medien, neue Geräte für die digitale Filmproduktion in 3-D¹²². Die UCI-Kinogruppe beginnt 2009 damit, in den nächsten Jahren 500 ihrer europaweit vorhandenen 1.800 Kinosäle mit 3-D-fähigen digitalen Projektionssystemen auszurüsten¹²³. Durch neue digitale Möglichkeiten in der Postproduktion die Bilder korrigieren zu können, die die 3-D-Krankheit hervorrufen könnten¹²⁴ sowie den Einsatz neuer digitaler Projektionssysteme nach DCI-Spezifikationen mit besseren Brillen, die im Gegensatz zur analogen Technik mit nur einem statt zwei Projektoren auskommen, hat 3-D heute deutlich bessere Chancen, sich dauerhaft durchzusetzen, da die Kinderkrankheiten von damals größtenteils eliminiert wurden und das Verfahren bei gleichzeitig erhöhter Bildqualität wirtschaftlicher geworden ist. Die Gefahr von digitalen Raubkopien stellt durch die speziell erforderliche Technik außerdem vorerst auch kein Problem mehr dar.¹²⁵

Damit dieser Trend länger anhalten kann als im letzten Jahrhundert, ist es wichtig, nicht die Fehler von damals zu wiederholen und wieder nur auf effekthaschende Filme zu setzen, an denen sich der Zuschauer schnell satt gesehen hat. Je subtiler der 3-D-Effekt in die Filmgestaltung eingebunden wird, desto wirkungsvoller ist dieser Effekt auf Dauer¹²⁶. Vorerst besteht ein Großteil der 2009 angekündigten 3-D-Filme aus Animationsfilmen, da hier die Herstellung einer 3-D-Filmfassung deutlich leichter ist, weil die Animationen im Computer bereits dreidimensional erstellt wurden. Aber auch die ersten großen 3-D-Realfilme erscheinen 2009 in den Kinos, wie z.B. James Camerons *Avatar*. Wenn in Zukunft weiterhin inhaltlich starke Filme produziert werden, die den 3-D-Effekt nur zur Verstärkung der bisherigen Bildsprache einsetzen, anstelle ausschließlich mit dem 3-D-Look zu werben, dann hat diese Technologie durch die Digitaltechnik eine Chance, sich zu etablieren.

¹²¹ vgl. Janssen 2008

¹²² vgl. o.V. Film&TV Kameramann 6/2009, 56 ff.

¹²³ vgl. Briegleb 2009

¹²⁴ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 5/2008, 59 f.

¹²⁵ vgl. Janssen 2008

¹²⁶ vgl. Haines 1993, 72

3.3 Francis Ford Coppolas Versuch des elektronischen Filmsets

Einen Versuch, die Filmindustrie von Grund auf zu revolutionieren, unternahm der Regisseur und Produzent Francis Ford Coppola in den 1980er Jahren. Geprägt von den Filmerfolgen wie *The Godfather* oder *Apocalypse Now*, den er selbst trotz der widrigsten Umstände beim Dreh im philippinischen Dschungel zum Erfolg machte, verkündete er 1979 auf der Oscarverleihung seine Vision vom *Electronic Cinema* und dem Ende der bisherigen Filmproduktionsweisen. Durch den Einsatz elektronischer Hilfsmittel in allen Produktionsphasen sollte die Kontrolle des Filmemachers über den Film im gesamten Entstehungsprozess deutlich gesteigert werden und damit auch Kosten durch unvorhergesehene Faktoren vermieden werden können. Seine Vision ging so weit, dass er 1982 prognostizierte, das Medium Film würde fünf Jahre später vom Markt verdrängt worden sein.¹²⁷

1980 kaufte Coppola die *Hollywood General Studios* von seinem eigenen Privatvermögen, um in Zukunft nicht nur als Regisseur, sondern auch als Produzent seine Vision verwirklichen zu können. Er modernisierte die in *American Zoetrope Studios* umbenannten Studios, um aus ihnen das „modernste Studio der Welt“ zu machen.¹²⁸

Coppolas Intention war es, die Spielfilmproduktion mit der Lebendigkeit eines vor Publikum aufgeführten Theaterstückes zusammenzubringen. Die Auflösung eines Films in unzählige Einstellungen, die nicht in chronologischer Reihenfolge nacheinander abgedreht werden, erschwert es den Schauspielern sich in ihre Rolle hineinzusetzen, im Gegensatz zum Theater, wo sie sich von Beginn bis zum Ende des Stückes in die Rolle einfühlen können und die Entwicklung des Charakters ununterbrochen chronologisch mit durchlaufen können.¹²⁹

Das *Electronic Cinema* bestand also nicht aus der reinen Umstellung von Filmkameras auf Videokameras, sondern modernisierte sämtliche Produktionsbereiche mit Hilfe neuer elektronischer Möglichkeiten. Da die Planung eines Films in erster Linie aus Organisationsarbeit besteht, sollte diese über den gesamten Produktionsprozess optimiert werden. Alle Produktionsabschnitte sollten mehr miteinander verschmelzen, um jederzeit den Überblick über den aktuellen Fertigungsstand des gesamten Films haben zu können. Die Struktur des Films sollte schon zu Beginn der eigentlichen Dreharbeiten fertig sein und nicht so, wie es häufig der Fall ist, erst im Schneiderraum entstehen. Durch diese Hilfsmittel sollte erstmals die völlige

¹²⁷ vgl. Hochhäusler 2004, 49 ff., vgl. Slansky 2004, 27

¹²⁸ vgl. Hochhäusler 2004, 50

¹²⁹ vgl. Schumacher 1999, 298

Kontrollierbarkeit einer Filmproduktion ermöglicht werden, damit sich nicht die gleichen Fehler wiederholen, die dazu führten, dass *Apocalypse Now* erst nach 238 Drehtagen abgedreht war, über zweieinhalb Jahre in der Postproduktion verbrachte und somit am Ende mit 27 Millionen Dollar Produktionskosten¹³⁰ deutlich über dem zuerst veranschlagten Budget von 12-14 Millionen Dollar¹³¹ lag.¹³²

In der Vorproduktionsphase setzte Coppola dafür auf eine Prävisualisierung des fertigen Films in Echtzeit, sodass die endgültige Länge des Films bereits vor dem Dreh festgelegt war. In diese Visualisierung wurden alle existierenden Planungen integriert, vom anfänglichen Drehbuch über das Storyboard bis hin zu gefilmten Schauspielproben. Mit den zunehmend voranschreitenden Vorbereitungen wurden die bisherigen Visualisierungen dann immer gegen die aktuellen Fortschritte ausgetauscht, beispielsweise die Standbilder des Storyboards gegen Probenfotos und später gegen die aufgezeichneten Videoausspiegelungen der geprobtten Szenen. So wuchs die Visualisierung durch die kontinuierlichen Aktualisierungen und es existierte vor Drehbeginn bereits der fertige Film in einem „Videostoryboard“, anhand dessen auch die Filmmusiken bereits vor Drehbeginn komponiert werden konnten. Während des eigentlichen Drehs mussten diese Vorgaben lediglich ähnlich einem zuvor oft geprobtten Theaterstück abgefilmt werden.¹³³

So gut diese Ideen auf den ersten Blick klingen, zeigte die Umsetzung in Coppolas Film *One From the Heart* deutliche Schwächen. Nachdem Coppola in den umfangreichen Vorbereitungen mit seinen Darstellern und den Techniker alle Szenen bereits durchgeprobt hatte, stellte er sich den Ablauf der Dreharbeiten ähnlich dem einer live aufgezeichneten Fernseh-sendung vor. Er hielt sich während des Drehs als Regisseur, da bereits alles geprobt war, nicht mehr am Set auf, sondern im eigens von ihm, ähnlich einer TV-Regie, eingerichteten Wohnwagen und überwachte von dort mittels Monitoren und einer Gegensprechanlage den Dreh. Dieses System führte jedoch dazu, dass sich die Schauspieler sehr unwohl am Set fühlten, da ihnen die direkte Zusammenarbeit mit der Regie fehlte. Anweisungen gab er ausschließlich über die Studiobeschallung. Ein Reporter des *Life Magazine* beschrieb Coppolas dadurch entstandene Allgegenwart am Set als „heard-but-not-seen, Wizard-of-Oz quality“¹³⁴. Schauspielerin Nastassja

¹³⁰ vgl. Schumacher 1999, 232

¹³¹ vgl. Schumacher 1999, 199

¹³² vgl. Hochhäusler 2004, 50 f.

¹³³ vgl. Hochhäusler 2004, 53 ff.

¹³⁴ Schumacher 1999, 296

Kinski bezeichnete Coppolas Methode als gewöhnungsbedürftig, Teri Garr fühlte sich durch die einseitige Kommunikation sogar wie eine Puppe, die Coppolas Befehle hört und dann unter Beobachtung ausführen soll.¹³⁵

Dies führte dazu, dass am Ende auch der gesamte Film diese Unpersönlichkeit ausstrahlte. Filmkritikerin Pauline Kael beschrieb dies im *New Yorker*:

„Coppola has talked about directing from inside a trailer while watching the set on video equipment. This movie feels like something directed from a trailer. It's cold and mechanical; it's at a remove from its own action.“¹³⁶

Durch die vielen technischen Spielereien war Coppola beim Dreh so sehr abgelenkt, dass er nicht bemerkte, wie sehr die Schauspieler zu kurz kamen. Er räumte hinterher auch selbst ein, dass die Technik alles andere als perfekt war, er wollte sie jedoch zumindest einmal unter realen Bedingungen getestet haben.¹³⁷

Auch die technische Umsetzung erbrachte nicht die erhofften Zeiterparnisse am Set. Der benötigte Aufwand, um den Film in zehn Minuten langen Blöcken mit mehreren Kameras gleichzeitig zu filmen, verschlang z.B. durch das deutlich schwierigere Ausleuchten so viel Zeit, dass man genau so gut wie sonst üblich mit nur einer Kamera hätte drehen können. Dadurch wäre es auch möglich gewesen, sich der Reihe nach mehr auf die einzelnen Einstellungen zu konzentrieren. Statt der zu Beginn geplanten zwei Wochen Drehzeit wurde *One From the Heart* am Ende dann doch nach einem konventionellen Drehplan abgedreht.¹³⁸

Anstelle der gedachten Kostenersparnisse der neuen Produktionsmethode verursachte der Einsatz der neuen Techniken deutlich mehr Kosten als kalkuliert. Anstelle der finanzierten 15 Millionen Dollar kostete der Film am Ende mit 27 Millionen Dollar fast doppelt so viel¹³⁹. Durch schlechte Kritiken und sehr geringe Einspielergebnisse an den Kinokassen war der mit seinem Privatvermögen haftende Coppola hoch verschuldet und am Ende dazu gezwungen, sein Filmstudio zu verkaufen.¹⁴⁰

Nach diesem Misserfolg wurde nie wieder versucht, das *Electronic Cinema* umzusetzen. Allerdings haben sich bis heute einzelne Produktionstechniken davon durchsetzen können. Heutzutage ist es so Standard, dass

¹³⁵ vgl. Schumacher 1999, 296 ff.

¹³⁶ Kael nach Schumacher 1999, 298

¹³⁷ vgl. Schumacher 1999, 297 f.

¹³⁸ vgl. Schumacher 1999, 298 f.

¹³⁹ vgl. Hochhäusler 2004, 56

¹⁴⁰ vgl. Schumacher 1999, 299-314

der Regisseur mittels einer Videoausspiegelung bereits am Set das Bild beurteilen kann. Auch von ihm eingesetzte Techniken wie Motion-Control, Steadicam und der elektronische Filmschnitt haben sich bis heute durchgesetzt. Die umfangreichen Prävisualisierungsverfahren sind heute bei komplizierten Szenen, die den Einsatz vieler Spezialeffekte und visueller Effekte beinhalten, weiterhin üblich. Für einfache Filmszenen sind sie jedoch nicht nötig, der Einsatz eines einfachen Storyboards ist dabei völlig ausreichend. Zudem verhindern zu stark vorher durchgeplante Filme das spontane Entstehen von Inhalten am Set, sodass die Filme während des Drehs nicht mehr eine gewisse Eigendynamik entfalten können. So lange ein *Electronic Cinema* aus dem bloßen Abarbeiten des Storyboards besteht, fehlt dem Spielfilm die nötige Lebendigkeit, die der Regisseur nur selbst am Set in der Arbeit mit den Darstellern entstehen lassen kann.¹⁴¹

3.4 analog HDTV

Die ersten Versuche mit analogen hochauflösenden Videonormen gab es bereits in den 1940er Jahren im von Deutschland besetzten Frankreich. Die Deutsche Reichspost entwickelte diese damals mit dem Ziel, hochauflösende Luftbilder für militärische Zwecke schießen zu können. 1953 folgten in England dann Versuche, eine neue Fernsehnorm zu entwickeln, die speziell für die Spielfilmproduktion gedacht war. Bevor das System jedoch in der Praxis getestet werden konnte, ging die Firma pleite.¹⁴²

Erst 1979 starteten in Japan die ersten Fernsehproduktionen in analogem HDTV. Der Sendebetrieb startete 1984.¹⁴³ Die japanische Norm arbeitete aber noch anders als mit den heute üblichen 1080 mit 1125 Zeilen und einer Bildfrequenz von 60 Halbbildern pro Sekunde. Diese hatte sich dort erfolgreich etablieren können. 1991 wurden schon in einem Satellitenkanal 12 Stunden am Tag in HD gesendet. Im Gegensatz dazu wurde die erste europäische analoge HDTV Norm erst 1987 festgelegt mit der doppelten PAL Auflösung von 1250 Zeilen und einer Bildrate von 50 Halbbildern pro Sekunde. Als Höhepunkt dieser Norm gilt die Übertragung der Olympischen Spiele 1992, zu einer regelmäßigen HD-Ausstrahlung kam es mit diesem System jedoch nicht.¹⁴⁴

1986 wurde in Europa mit *Giulia e Giulia* der erste Spielfilm in HDTV gedreht. Eingesetzt wurden zu dem Zeitpunkt noch Kameras, die nach dem

¹⁴¹ vgl. Hochhäusler 2004, 56 ff.

¹⁴² vgl. Slansky 2004, 26 f.

¹⁴³ vgl. Slansky 2004, 28

¹⁴⁴ vgl. Reimers 2002, 2240

japanischen Standard arbeiteten. Die Filmproduktion mit Videokameras blieb jedoch weiterhin die Ausnahme.¹⁴⁵

Die Gründe für den Misserfolg des analogen HDTV in Europa sind vielfältig. Zum einen wurde dieser durch die höhere Qualität der PAL-Norm gegenüber NTSC verursacht. Die Verbesserung der Bildqualität war somit nicht so groß wie in Japan. Außerdem fehlte es an den nötigen HD-fähigen Fernsehern. Wie bereits erwähnt, ist der Einsatz von HDTV erst bei nahen Betrachtungsabständen oder größeren Bildschirmen sinnvoll. Die möglichen Baugrößen der Röhrenfernseher waren jedoch stark begrenzt und die nötigen Geräte hätten enorme Bautiefen gehabt, die nur in wenigen Wohnzimmern Platz gefunden hätten. Auch die Übertragungsbandbreite, die für einen analogen HDTV-Sender die Bandbreite von fünf SDTV-Kanälen benötigt hätte, stand damals nicht zur Verfügung. Eine Umstellung auf HDTV hätte damals somit nur ein Fünftel der bisherigen Anzahl von Sendepätzen bedeutet. Auch die neu auf dem Markt befindlichen Videorekorder wären zu dem neuen Standard inkompatibel und eine Aufzeichnung des Fernsehprogramms erst einmal nicht mehr möglich gewesen. Diese Faktoren führten dazu, dass in Europa erst 2004 der Sender *Euro1080* mit dem digitalen HDTV-Standard den Regelsendebetrieb in HD startete¹⁴⁶, wenn auch zu diesem Zeitpunkt die wenigsten Haushalte ihn schon empfangen konnten.¹⁴⁷

¹⁴⁵ vgl. Slansky 2004, 27

¹⁴⁶ vgl. o.V. Euro1080, 2008

¹⁴⁷ vgl. Slansky 2004, 29 f.

4 Digitale Filmproduktionstechniken

Die Digitalisierung der verschiedenen Produktionsschritte einer Filmproduktion verändert die bisherigen Arbeitsweisen und die Technik so massiv, wie es zuvor nur wenige Neuerungen im letzten Jahrhundert getan haben. Nach dem bisher radikalsten Umbruch vom Stummfilm zum Tonfilm, der Einführung des Farbfilms, den ersten Breitwandformaten und dem Beginn des Fernsehens folgt nun das Zeitalter der digitalen Spielfilmproduktion. Die Vielzahl der neuen Möglichkeiten zwingt die Filmemacher heute im Laufe einer Produktion zu immer mehr wichtigen Entscheidungen, wenn es um die Wahl der Arbeitsmittel geht.¹⁴⁸

Oftmals wird diese Umstellung zuerst mit negativen Auswirkungen auf die Filme assoziiert. Dies ist aber nichts neues, wenn man bedenkt, dass schon der Tonfilm damals zu Beginn nur schwer auf Akzeptanz gestoßen ist. Die Tatsachen, dass die Erzählweisen mit Zwischentiteln aufgegeben wurden oder auch, dass die Mimik der Darsteller nicht mehr allein als wichtigstes Ausdrucksmittel galt, wurde von vielen Filmemachern als drastischer Verlust des künstlerischen Ausdrucks gesehen. So wurde in einem Flugblatt der deutschen Filmgewerkschaft 1929 drastisch gegen den Tonfilm protestiert: „Tonfilm ist Kitsch! Tonfilm ist Einseitigkeit! Tonfilm ist wirtschaftlicher und künstlerischer Mord!“ hieß es dort. Ähnlich wie damals werden auch heute negative Auswirkungen befürchtet.¹⁴⁹

Wichtig ist, dass die neue Technik nicht als reiner Selbstzweck gesehen wird. Der Umgang mit ihr muss erst erlernt werden, sodass es einige Jahre dauert, bis sich die Filmsprache erfolgreich weiterentwickeln kann. Es ist wichtig, dass sich Inhalt und Technik gemeinsam weiterentwickeln, damit die Filme auch weiterhin dauerhaft funktionieren. Die neuen Möglichkeiten können so als guter Anstoß für die Umsetzung neuer Inhalte genutzt werden. Schon damals sagte Drehbuchautor Béla Balász: „Die technische Möglichkeit ist die wirksamste Inspiration“^{150 151}.

Die scheinbar unendlichen Möglichkeiten, die die Digitaltechnik in der Postproduktion eröffnet, führten zu einer Vielzahl von bildgewaltigen Filmen, deren Szenen, wie z.B. die digital erzeugten Massenkampfszenen in *The Lord of the Rings*, ohne diese nicht möglich gewesen wären. Die Möglichkeit führte aber auch zu einer Vielzahl von inhaltslosen Filmen, die, wie z.B. Katastrophenfilme, ausschließlich auf die Darstellung von Zerstörung

¹⁴⁸ vgl. Reimer 1999, 131

¹⁴⁹ vgl. Reimer 1999, 131 f.

¹⁵⁰ Balász nach Reimer 1999, 134

¹⁵¹ vgl. Reimer 1999, 134

und anderen bildlichen Spektakeln setzen, um die Zuschauer in die Kinos zu locken, was entfernt an das Kino der Attraktionen 100 Jahre zuvor erinnert.¹⁵²

Die neuen digitalen Techniken werden jedoch in erster Linie nicht nur für die Erweiterung der kreativen Umsetzungsmöglichkeiten eingesetzt. Ein großes Augenmerk liegt auch darauf, die Produktionskosten zu senken, um wirtschaftlicher produzieren zu können. Die damit verbundene zunehmende Rationalisierung und Standardisierung steht im Gegensatz zu den Wünschen der kreativen Mitarbeiter des Films, da sie in der Regel auch die kreativen Spielräume durch vorgegebene und vereinheitlichte günstigere Produktionsmethoden wieder einengen können. Die Kostenersparnisse müssen aber nicht unbedingt gleich etwas Schlechtes bedeuten. Regisseur George Lucas äußerte sich wie folgt zu neuen schnelleren Produktionen: „My primary interest in developing digital technology was to speed up the filmmaking process so that I could get my ideas accomplished in a more efficient way“^{153, 154}.

Sobald die Digitalisierung der Produktion neue kreative Möglichkeiten für die Filmemacher ermöglicht, wird diese positiv beurteilt, aber wenn es nur darum geht, bisherige Produktionsweisen zu rationalisieren, um Geld zu sparen, dann ist dies der falsche Ansatz, denn auch in Zukunft wird sich nur inhaltliche Qualität langfristig durchsetzen.¹⁵⁵

4.1 Produktionsvorbereitung

Die Digitaltechnik hat schon früh bei den Filmproduktionen in der Planungsphase Einzug gehalten. Bisherige Drehplanungsinstrumente, wie z.B. die Drehbuchauszüge oder Stäbchenpläne, sind mit EDV-Technik noch einfacher in der Handhabung als bisher. Die Datensätze können am Computer sehr einfach geändert oder verschoben werden. Jedes einzelne Gewerk kann die für sich relevanten Daten herausfiltern und bearbeiten. So sind alle in der Planungsphase beteiligten Mitarbeiter immer auf dem neusten Stand, sodass die Kalkulation der Kosten deutlich genauer erfolgen kann.¹⁵⁶

Die Möglichkeiten der Prävisualisierung eines Films sind durch die Digitaltechnik deutlich umfangreicher geworden. Während die bisherigen Skizzen und Storyboards nur Anhaltspunkte für das Aussehen einzelner Ein-

¹⁵² vgl. Missomelius 2008, 185

¹⁵³ Lucas nach Ohanian/Phillips 2000, 4

¹⁵⁴ vgl. Gööck 2004, 46 f.

¹⁵⁵ vgl. ebenda

¹⁵⁶ vgl. Ohanian/Phillips 2000, 44-49

stellungen liefern, kann mithilfe von Computeranimationen und Probeaufnahmen bereits vor Beginn der eigentlichen Dreharbeiten die Wirkung der Bilder beurteilt werden. Besonders in komplizierten Einstellungen, die den Einsatz von visuellen Effekten fordern, kann rechtzeitig festgestellt werden, wie umfangreich der Dreh sein wird und wie am Ende die Einstellung mit den hinzugefügten Effekten aussehen wird. Am Set wird durch die genauen Vorgaben die Arbeit deutlich beschleunigt, da die Darsteller und das Kamerateam wissen, wie die Einstellung genau auszusehen hat, damit sie im Film funktionieren wird.¹⁵⁷

Francis Ford Coppolas Idee des *Electronic Cinema* beinhaltet bereits viele dieser Hilfsmittel. Mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit der Computer sind diese jedoch erst in der heutigen Zeit praxistauglich geworden, sodass die Wünsche nach Planungssicherheit und einem vor Drehbeginn feststehendem Aussehen des fertigen Films heute einfacher umsetzbar geworden sind.¹⁵⁸

4.2 Produktion

Die Digitalisierung wirkt sich auf unterschiedlichste Art und Weise auf die Produktionsschritte während des Drehs aus. Mittlerweile sind fast alle Stationen der Produktion vollständig digital realisierbar. Da sich die Vor- und Nachteile auf jede Produktion unterschiedlich stark auswirken, ist es nötig, diese für jede einzelne Produktion neu abzuwägen.

4.2.1 Aufnahmeverfahren

Die Produktion auf Film ist auch in der digitalisierten Produktionskette noch sehr beliebt. Daher ist es heute noch wichtig, die technischen Gegebenheiten des eigentlich analogen Mediums im Zusammenhang mit dem Digital Lab zu betrachten. Im Gegensatz hierzu stehen dann die elektronischen Bildsensoren, die inzwischen auch in der Kinematographie eingesetzt werden.

35mm

Das 35mm-Negativ ist durch seine hohe Auflösung und sehr gute Kontrast- und Farbwiedergabe heute noch das meistbenutzte Aufnahmemedium im Spielfilmsektor. In der Regel schließt sich daran aber mit dem Digital Intermediate die digitale Produktionskette an. Wichtig ist dabei, dass ein digitales Abbild des Negativs auch die hohe Auflösung des Films abbilden kann.

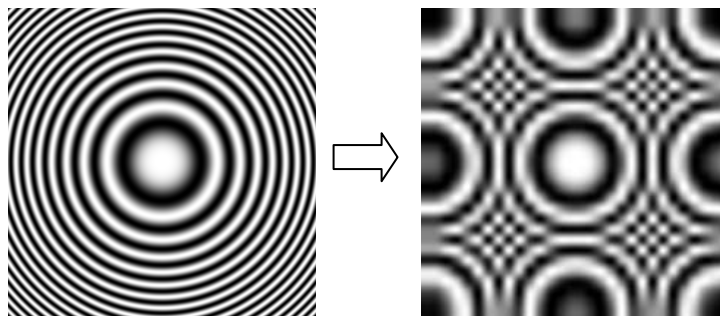
¹⁵⁷ vgl. Ohanian/Phillips 2000, 68 ff.

¹⁵⁸ vgl. Ohanian/Phillips 2000, 100

Die Auflösung des heutigen Filmmaterials ist abhängig von der Lichtempfindlichkeit und beträgt bei einem Kodak Film mit 100 ASA Empfindlichkeit ca. 8K. Wird das Filmmaterial mit 8K abgetastet, werden dann selbst die einzelnen Farbwolken in der Filmemulsion mit abgebildet. In der Praxis reicht für ein perfektes digitales Master aber schon eine Abtastung mit 4K aus, um die feinsten Bilddetails und die Kornstruktur des Filmmaterials zu erhalten. In der Regel wird im Digital Lab meist ohnehin nur mit einer 2K Auflösung gearbeitet, die für die Projektion im Kino noch vollkommen ausreicht. Die bei höheren Auflösungen entstehenden Datenmengen stehen sonst in keinem Verhältnis mehr zum Qualitätsgewinn.¹⁵⁹

Bei der Abtastung und der damit verbundenen Rasterung des Bildes kann es zum sogenannten Aliasfehler kommen. Dieser entsteht, wenn feine Linienmuster im Bild vorhanden sind, die nicht mehr mit der vorhandenen Auflösung fehlerfrei abgebildet werden können. Stattdessen erscheinen nicht vorhandene, aus der Abtastung entstandene, Muster im Bild.

Abbildung 10: Aliasfehler¹⁶⁰



Dieser Effekt kann durch das sogenannte Oversampling, das Überabtasten, vermieden werden. Wenn so z.B. ein Negativ mit 4K-Auflösung eingescannt werden soll, der Scanner aber mit 6K abtastet, kann dieser die feineren Strukturen zuerst korrekt mit abbilden. Beim anschließenden Herunterkonvertieren auf 4K bleibt das Bild dann ohne die Aliasfehler erhalten.¹⁶¹

Die Auflösungen von 35mm- und 16mm-Film stehen in einem ähnlichen Verhältnis zueinander wie HDTV und SDTV. Wie schon erwähnt ist die Auflösung von 16mm im Gegensatz zu 35mm nicht mehr ausreichend für HDTV-Auswertungen ohne Qualitätseinbuße.¹⁶²

¹⁵⁹ vgl. Messerschmid 2004, 66-69

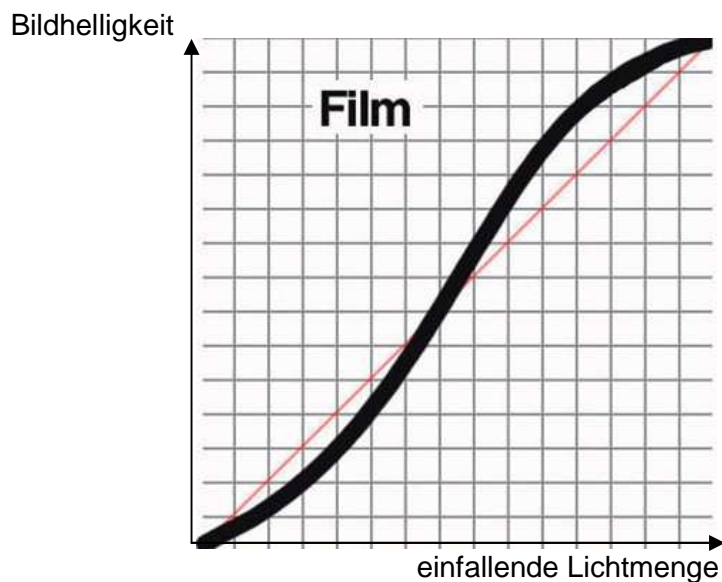
¹⁶⁰ o.V. Alias-Effekt 2009

¹⁶¹ vgl. Kraus 2004, 82 f.

¹⁶² vgl. Messerschmid 2004, 68

Ein sehr großer Vorteil des Filmmaterials gegenüber den elektronischen Bildwandlern ist die sehr gute Kontrastwiedergabe. In der Natur treten unter normalen Bedingungen Kontraste von 1:10.000 auf. Dies bedeutet für eine Kamera, dass mindestens ein Blendenumfang von 14 Blendenstufen nötig wäre, um diesen abbilden zu können. Die modernen Filmemulsionen sind sogar in der Lage 14 bis 16 Blendenstufen aufzeichnen zu können. Die Kontrastkurve verläuft dabei nicht linear, was besonders vorteilhaft für die Wiedergabe der Details in den Schatten und Lichtern des Bildes ist. Diese werden in ihrer Dynamik zwar komprimiert, aber dafür vollständig aufgezeichnet.

Abbildung 11: schematischer Kontrastverlauf Film¹⁶³



Diese Eigenschaft des Negativs ist für das DI sehr gut, da die bereits durch den Film abgeflachte Kontrastkurve vom Scanner leichter abgetastet werden kann und keine digitale Kompression des Signals weiter nötig ist. Mit diesem hohen Kontrastumfang ist der Film bisher den Videokameras in besonders kontrastreichen Umgebungen deutlich überlegen. Auch die Ausleuchtung eines Filmsets gestaltet sich dadurch einfacher, da weniger genau auf die Blendenunterschiede einzelner Bildpartien geachtet werden muss.¹⁶⁴

¹⁶³ in Anlehnung an Jackmann 2005

¹⁶⁴ vgl. Kraus 2004, 80 ff.

Der größte Nachteil des analogen Films besteht in den beim Kopieren entstehenden Verlusten, die besonders die Auflösung und den Kontrastumfang betreffen. So beträgt die Auflösung einer Kinokopie, bedingt durch die oft bis zu acht Kopiervorgängen im Filmkopierwerk, oftmals nur noch ca. 1,2K bis 1,4K statt der anfänglichen Auflösung des Negativs von ca. 4K¹⁶⁵. Der Kontrastumfang einer Kinokopie ist auch auf einen Blendenumfang von ca. 8 Stufen reduziert, was nur noch ein Kontrastverhältnis von ca. 1:250 bedeutet¹⁶⁶. Es zeigt sich, dass das Digital Intermediate der richtige Weg ist, um diese Schwachstelle des analogen Films zu begrenzen, da so die vielen Kopierzwischenschritte entfallen und die direkte Qualität des abgetasteten Masters auch wieder ausbelichtet werden kann.

elektronische Bildsensoren

Auch bei den Bildsensoren der digitalen Videokameras hängt die Bildqualität zu Beginn in erster Linie noch von der Qualität des analogen Sensors ab, denn auch die digitale Signalverarbeitung kann das Bildrauschen eines Sensors niemals perfekt auslöschen¹⁶⁷. Da die Auflösung eines Filmnegativs mindestens 4K beträgt, sollte eine digitale Filmkamera mit einer ähnlichen Auflösung arbeiten. Für die Projektion im Kino reichen 2K jedoch auch aus, wenn man im Vergleich dazu die analogen Kinokopien mit noch geringerer Auflösung sieht¹⁶⁸. Mit der heutigen Technik sind in kinotauglicher Qualität Sensoren mit einer Auflösung von ca. 4096x3072 Pixeln, bzw. auch in anderen Bildseitenverhältnissen mit einer Gesamtmenge von ca. 12 Millionen Pixeln, herstellbar. Für höhere Auflösungen müsste mit der aktuellen Technik die gesamte Sensoroberfläche vergrößert werden, was dann jedoch den Einsatz neuer Objektive bedeutet und sich somit nicht rentieren würde.¹⁶⁹

Die zuvor erwähnten Aliasfehler treten bei den Bildsensoren in gleichem Maße auf wie bei den Filmabtastern. Daher ist es auch hier deutlich von Vorteil, wenn der Sensor mehr Pixel beinhaltet, als die eigentliche Ausgangsauflösung beträgt, um durch das Oversampling auch hier die Aliasfehler zu vermeiden, die hinterher nicht mehr aus dem digitalen Signal herausfilterbar sind¹⁷⁰. Das generelle Problem bei der Quantisierung des Bildsignals ist, dass ein in vorgegebenen Abständen abgestuftes Signal nie so

¹⁶⁵ vgl. Wheeler 2007, 42

¹⁶⁶ vgl. Slansky 2004, 103

¹⁶⁷ vgl. Slansky 2004, 81

¹⁶⁸ vgl. Wheeler 2007, 41 f.

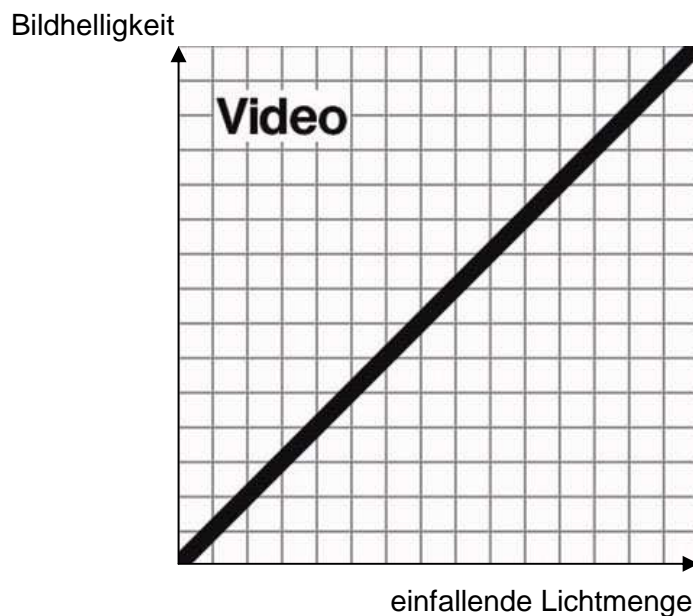
¹⁶⁹ vgl. Bloss 2004, 127 f.

¹⁷⁰ vgl. Bloss 2004, 138 f.

genau ist, wie ein analoges Signal, das jeden beliebigen Wert annehmen kann¹⁷¹. Das analoge Signal sollte daher mindestens so fein quantisiert werden, dass das Grundrauschen des Sensors als feinste Struktur darin noch wahrgenommen werden kann¹⁷².

Der Kontrastumfang der aktuellen Bildsensoren kann bei guter Einstellung des Menüs bis zu 11 Blenden betragen¹⁷³. Damit liegt es aktuell immer noch deutlich unter dem Umfang, den der Film speichern kann. Dazu kommt der proportional zur einfallenden Lichtmenge linear ansteigende Kontrastverlauf, der nur elektronisch durch die Knee-Funktion oder den Black-Stretch dem Kontrastverlauf des Films angeglichen werden kann.

Abbildung 12: schematischer Kontrastverlauf Video¹⁷⁴



Der eingeschränkte Kontrastumfang ist vergleichbar mit alten Umkehrfilmen. Diese bieten unter perfekten Bedingungen ebenso ein besseres Bild, sobald die Bedingungen jedoch davon abweichen ist der Negativfilm im klaren Vorteil¹⁷⁵. Der begrenzte Kontrastumfang ist zum einen durch die maximale Ladung, die eine einzelne Fotodiode eines Pixels speichern kann

¹⁷¹ vgl. Gööck 2004, 42

¹⁷² vgl. Bloss 2004, 134

¹⁷³ vgl. Wheeler 2007, 82

¹⁷⁴ in Anlehnung an Jackman 2005

¹⁷⁵ vgl. Kraus 2004, 74

und zum anderen durch das Eigenrauschen in dunklen Bildteilen bedingt¹⁷⁶. Die Konsequenz daraus ist, dass eine deutlich ausgeglichene Beleuchtung am Set geschaffen werden muss, die viel Zeit in Anspruch nimmt und schnell die Einsparungen durch den Wegfall des teuren Negativmaterials erheblich minimiert¹⁷⁷.

Auch der Farbumfang der heutigen Bildsensoren ist weiterhin in der Regel gegenüber dem Filmmaterial deutlich eingeschränkt. Je größer ein Farbraum ist, desto mehr Möglichkeiten hat der Kameramann bei der Bildgestaltung. Darüber hinaus wird bei den EB-Videostandards auch noch ein Teil der Farbinformationen zwecks Datenreduktion von vornherein nicht aufgezeichnet. Dies darf bei Videoaufnahmen für eine Kinoauswertung nicht geschehen, weshalb die Film-Videostandards meist die gesamten Farbinformationen aller Pixel im vollen Umfang abspeichern können.¹⁷⁸ Ein spezieller Nachteil von 3-Chip-Kameras ist die strikte Unterteilung in die drei Grundfarben. Diese führt häufig zu Problemen bei den Mischfarben, was besonders die Übergänge von Rot zu Grün und Rot zu Blau betrifft. Dadurch kann es z.B. zu unnatürlichen gelbgrün- oder magentastichigen Hauttönen kommen.¹⁷⁹

Langzeitbelichtungen sind mit Filmmaterialien kein Problem. Anders ist dies bei den Sensoren, da bei ihnen die maximale Ladung, die aufgenommen werden kann, beschränkt ist. Zudem verstärkt sich das Grundrauschen in den Schatten bei längeren Belichtungszeiten. Bei den üblichen Belichtungszeiten von 1/24 Sekunde ist dieser Effekt noch vernachlässigbar und nach jedem einzelnen Bild wird der Dunkelstrom des Grundrauschens wieder zurückgesetzt. Da dieses Löschen bei Langzeitbelichtungen nicht so häufig geschehen kann, führt dies zu erhöhtem Bildrauschen in den dunklen Bildteilen. Die meisten Sensoren sind daher nur für eine maximale Belichtungszeit von 0,1 bis 1 Sekunde ausgelegt.¹⁸⁰

Zu den Vorteilen der Bildsensoren gegenüber Filmkameras gehören außerdem der stabile Bildstand und der Wegfall des sichtbaren Filmkorns¹⁸¹. Auch das Verstärken des Bildrauschens bei analogen Kopien fällt durch die digitale Signalverarbeitung weg. Eine analoge Kopie ist immer schlechter als das Original. Eine digitale Kopie ist jedoch nur genau so

¹⁷⁶ vgl. Bloss 2004, 132

¹⁷⁷ vgl. Gierke 2000, 90 f.

¹⁷⁸ vgl. Gööck 2004, 44

¹⁷⁹ vgl. Kraus 2004, 83

¹⁸⁰ vgl. Bloss 2004, 131 f.

¹⁸¹ vgl. Messerschmid 2004, 68

schlecht wie das digitalisierte Material. Danach bleibt die Qualität in der weiteren Produktionskette weitestgehend unverändert erhalten.¹⁸²

Die im Vergleich zum Film mit 24 oder 25 Bildern pro Sekunde deutlich höhere Bildfrequenz von 50 oder auch 60 Bildern verringert sichtbar das Shattern des Bildes bei schnellen Bewegungen. Somit sind mit Videokameras auch Aufnahmen von Sportübertragungen gut möglich. Auch muss dadurch keine maximale Schwenkgeschwindigkeit wie beim Film beachtet werden. Die Bewegung bleibt flüssig.¹⁸³

Heutige Bildsensoren sind dazu in der Lage, die hohen Datenmengen durch paralleles Auslesen der Bilddaten mit mehreren Ausgängen zu bewältigen. Das Problem besteht jedoch in der Übertragung und Speicherung der Daten, da die anfallenden Datenraten noch über den Kapazitäten aktueller Videosignalleitungen liegen und deshalb Übertragungsstandards aus der Netzwerktechnik eingesetzt werden müssen.¹⁸⁴

Die professionellen Videokameras für die Kinematographie setzen zur Zeit sowohl CCD- als auch CMOS-Sensoren ein. Die Vorteile der CCD-Technik sind eine hohe Bildqualität bei geringem Bildrauschen, eine hohe Lichtempfindlichkeit bedingt durch den kleineren lichtunempfindlichen Bereich auf der Sensoroberfläche sowie durch die jahrelange Weiterentwicklung sehr gute Erfahrungen mit dieser Technologie. Nachteilig an der CCD-Technik sind der hohe Stromverbrauch eines CCD-Chips und die teure Herstellung, da sich die Fertigung erheblich von anderen Mikrochips unterscheidet und somit spezielle Fertigungslinien erforderlich sind. Die Vorteile der CMOS-Sensoren liegen bei dem geringen Stromverbrauch, der teilweise nur ein Prozent der Stromaufnahme eines CCD-Sensors beträgt. Außerdem sind CMOS-Chips aufgrund ihrer ähnlichen Herstellungsverfahren zu anderen Halbleiterbauteilen deutlich günstiger, da bestehende Fertigungsstraßen auch für die Herstellung dieser Chips genutzt werden können. Schlechter schneiden die CMOS-Sensoren bei der Bildqualität ab, da das höhere Grundrauschen in den Schatten sichtbar werden kann. Durch die bauartbedingte kleinere Sensoroberfläche, die für die eintreffenden Lichtstrahlen empfindlich ist, sind CMOS-Sensoren insgesamt weniger lichtempfindlich als die CCD-Sensoren.¹⁸⁵

Beide Techniken sind sowohl in 1-Chip-, als auch in 3-Chip-Versionen erhältlich. Die Unterschiede beider Techniken betreffen in erster Linie die Farbqualität einer Kamera. Bei der 3-Chip-Technologie wird das eintreffen-

¹⁸² vgl. Gööck 2004, 42 f.

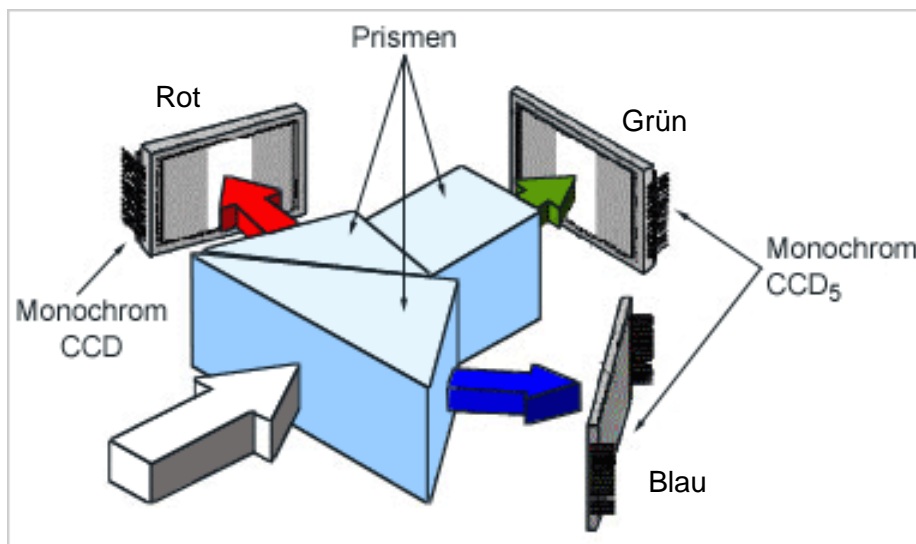
¹⁸³ vgl. Messerschmid 2004, 68

¹⁸⁴ vgl. Bloss 2004, 129 f.

¹⁸⁵ vgl. Wheeler 2007, 71

de Licht vor den Sensoren mit einem Strahlenteiler in die drei Grundfarben aufgeteilt und auf je einen der drei Sensoren gelenkt, die dadurch mit ihrer gesamten Auflösung die Helligkeit der jeweiligen Grundfarbe erfassen.

Abbildung 13: Funktionsprinzip 3-Chip-Kamera¹⁸⁶



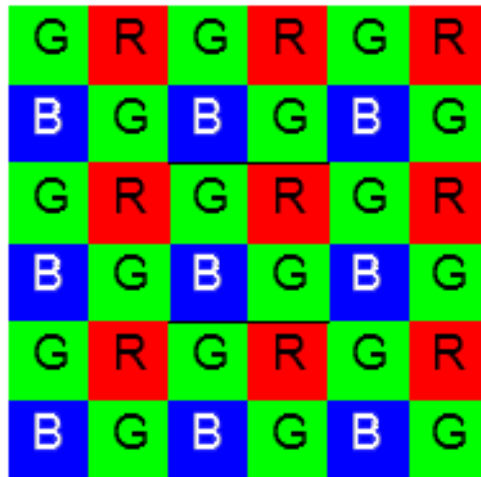
Den größten Nachteil für den Einsatz in der Kinematographie stellt das Strahlenteilerprisma dar. Dieses verlängert den Strahlengang gegenüber einer Filmkamera erheblich, sodass immer spezielle Objektive nötig sind, was den gewünschten Einsatz der alten Filmobjektive von vornherein ausschließt. Diese können nur bei der Verwendung eines einzelnen Sensors eingesetzt werden, der im gleichen Abstand zum Objektiv wie das Negativ in der Filmkamera angebracht sein muss¹⁸⁷. Bei der 1-Chip-Technik muss dann jedoch die gesamte Farbinformation auf der einen Sensoroberfläche aufgezeichnet werden. Dazu ist der Einsatz eines Farbmosaikfilters vor dem Chip nötig, damit auf die für alle spektralen Anteile des Lichts empfindlichen Fotodioden nur ihre jeweilige aufzuzeichnende Grundfarbe auftrifft. Da bei gleicher Baugröße so die dreifache Anzahl an Fotodioden auf dem Sensor untergebracht werden müsste, was zulasten der Lichtempfindlichkeit ginge, wird häufig nicht eine Fotodiode pro Pixel für jede Farbe eingesetzt. Stattdessen werden spezielle Mosaikmuster, wie das Bayer-Pattern, eingesetzt. Dieses enthält doppelt so viele für grünes Licht empfindliche

¹⁸⁶ o.V. 3-CCD Kamera Funktionsprinzip

¹⁸⁷ vgl. Wheeler 2007, 156

Fotodioden wie für rotes und blaues, da dieser Wellenlängenbereich die meisten Helligkeitsinformationen überträgt.

Abbildung 14: Bayer-Pattern¹⁸⁸



Aus diesem grünstichigen und kontrastarmen Mosaik wird erst in der Kamera die Farbe der einzelnen Pixel durch Algorithmen errechnet. Je besser diese Algorithmen arbeiten, desto besser ist auch die Bildqualität einer 1-Chip-Kamera¹⁸⁹. Früher waren 1-Chip-Systeme nur in günstigen Camcordern für den Heimgebrauch verbaut und die 3-Chip-Technik galt als qualitativ deutlich hochwertiger. Durch neue kontraststarke und farbfehlerfreie Objektive sowie bessere Signalverarbeitungen und Sensoren in CCD- und CMOS-Bauweise fällt dieses negative Vorurteil der 1-Chip-Kameras bei den digitalen Filmkameras heute aber weg.¹⁹⁰

Ein wichtiger Faktor in der digitalen Kinematographie ist die Größe des Sensors. Die meisten Videokameras im Broadcast-Bereich arbeiten mit Sensoren, die eine 2/3 Zoll-Bilddiagonale haben. Die Größe des Sensors wirkt sich auf die Schärfentiefe des Bildes aus. Je kleiner der Chip ist, desto höher ist die Schärfentiefe. Da für die Bildgestaltung jedoch eine geringe Schärfentiefe wie beim Film erwünscht ist, muss der Sensor ebenso groß sein wie das Bildfenster des 35mm-Films.¹⁹¹

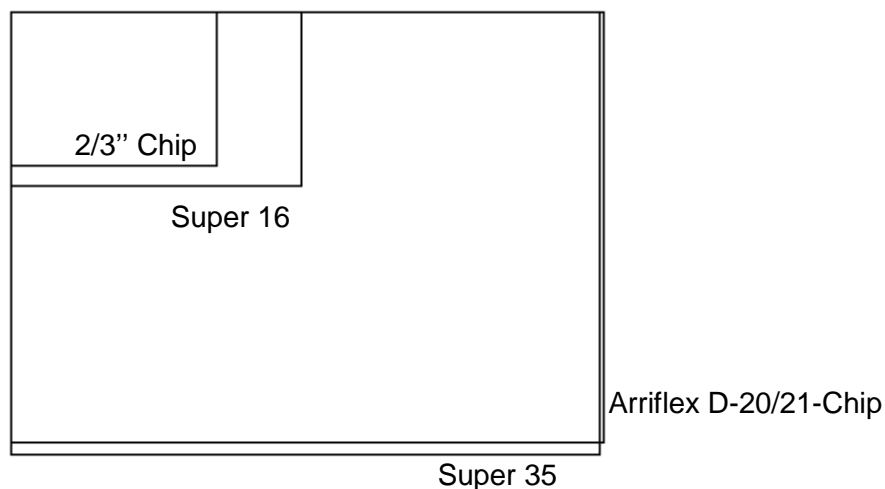
¹⁸⁸ o.V. Bayer-Pattern

¹⁸⁹ vgl. Coulanges 2008, 162 f.

¹⁹⁰ vgl. Bloss 2004, 134-138

¹⁹¹ vgl. Coulanges 2008, 158 ff.

Abbildung 15: Größenvergleich 2/3"-Chip und Vollformatsensor¹⁹²



Die Sensoren moderner digitaler Filmkameras geben in der Regel kein Videosignal im klassischen Sinne mehr aus, das direkt an einem Monitor wiedergegeben werden könnte. Ähnlich wie ein Filmnegativ erfordern die digitalen Rohdaten erst eine Bearbeitung am Computer, um die Bilder zu berechnen und damit sichtbar zu machen. In diesem Zusammenhang wird auch von einem *digitalen Negativ* gesprochen. Da eine Nachbearbeitung zwingend vorausgesetzt ist, kann auch am Set die Kamera so eingestellt werden, dass etwas unterbelichtet wird, um ein Clipping der ausbrennenden Lichter zu vermeiden sowie der maximale Kontrastumfang des Sensors durch eine abgeflachte Kontrastkennlinie ausgenutzt werden kann. Die dabei entstehenden Daten enthalten dann alle Bildinformationen, auch in den Schatten und Lichtern, sind allerdings sehr flau und kontrastarm. In der Farbkorrektur der Postproduktion müssen diese dann wieder gestreckt werden, um das fertige Filmbild mit den gewünschten Kontrasten zu haben.¹⁹³

Da ein Film im Kino heute in der Regel immer noch mit einer 35mm-Filmkopie vorgeführt wird, ist es wichtig, dass die Bildsensoren Daten ausgeben, die für die Ausbelichtung auf Film geeignet sind. Nur progressive Bilder können direkt auf Film kopiert werden, interlaced Bilder müssen erst aufwendig zu einem Vollbild zusammengerechnet werden.¹⁹⁴

Durch die vielfältigen Menüeinstellungen, mit denen die Eigenschaften des Sensors bei einer Videokamera verändert werden können, eröffnen

¹⁹² in Anlehnung an Coulanges 2008, 158-161

¹⁹³ vgl. Coulanges 2008, 170 f.

¹⁹⁴ vgl. Wheeler 2007, 53 f.

sich den Kameraleuten gegenüber den Filmkameras neue Möglichkeiten der Bildgestaltung direkt am Set, so z.B. Veränderungen in den Kontrasten oder den Farben. Anders als beim Film, der nur im Kopierwerk oder im Digital Lab beeinflusst werden kann, kann mit Videokameras schon am Set eine andere Einstellung des Sensors ausprobiert und der Effekt direkt begutachtet werden¹⁹⁵. Dies bedeutet eine neue Freiheit und Unabhängigkeit des Kameramannes gegenüber der Postproduktion, da er z.B. nicht mehr wie im Filmkopierwerk darauf vertrauen muss, dass die Mitarbeiter seine Bilder auch wie gewünscht entwickeln und bearbeiten. Er kann die digitalen Bilder, so wie er sie sich vorgestellt hat, direkt an die Postproduktion übergeben¹⁹⁶. Zugleich wird der Kameramann aber auch meist dazu gezwungen, diese Einstellmöglichkeiten zu benutzen, da nur selten die Standardeinstellungen einer Kamera ausreichend sind¹⁹⁷. Diese Freiheit ist jedoch nur bei den teuren digitalen Videokameras der Fall. Wer auf einer günstigeren HD-Kamera drehen muss, ist oft auf die Verwendung von automatisierten Einstellungen und Presets beschränkt. Je günstiger die Kameras werden, desto automatisierter arbeiten sie in der Regel und ermöglichen kaum noch die eigene Bildgestaltung mit dem bewussten Einsatz von Parametern wie Schärfe oder Weißabgleich. Auch die Einstellungen sind bei einfacheren Kameramodellen in der Regel nicht abspeicherbar, womit Szenen, die im Anschluss spielen, oftmals völlig anders aussehen als eine zuvor gedrehte Einstellung. Eine für die digitale Kinematographie geeignete Kamera darf dem Kameramann daher keine automatischen Einstellungen aufzwingen und muss die Reproduzierbarkeit der Einstellungen gewährleisten können.¹⁹⁸

Damit die digitalen Filmkameras die analogen 35mm-Kameras einmal völlig ablösen können, muss die Bildqualität der Sensoren die Qualität der fertigen analogen Filmkopien eindeutig übertreffen ohne gleichzeitige Einbußen bei der gestalterischen Freiheit¹⁹⁹. Schon heute sind die mit einer 2K-Auflösung digital gedrehten Kinofilme zumindest für Zuschauer ohne filmtechnische Kenntnisse nicht von einem auf 35mm-Negativ gedrehten Spielfilm zu unterscheiden²⁰⁰.

¹⁹⁵ vgl. Coulanges 2008, 153

¹⁹⁶ vgl. Gööck 2004, 43

¹⁹⁷ vgl. Bertram 2005, 249

¹⁹⁸ vgl. Coulanges 2008, 156 f.

¹⁹⁹ vgl. Gööck 2004, 43

²⁰⁰ vgl. Dicks 2008, 183

Star Wars

Die erste große Hollywood-Spielfilmproduktion, die ausschließlich mit digitalen Kameras drehte, war der 2002 erschienene Film *Star Wars: Episode II* von Regisseur George Lucas. Bei dieser Produktion wurden die Vor- und Nachteile der Digitaltechnik bei einer aufwändigen Spielfilmproduktion erstmals in der Praxis ausgetestet.

Der Fokus von George Lucas liegt auf der bestmöglichen technischen Umsetzung seiner filmischen Ideen. Wie bereits erwähnt, wartete Lucas mit der Verfilmung der nächsten *Star Wars*-Teile bewusst auf den technologischen Fortschritt. Erst nachdem ihn die fotorealistischen digitalen Effekte seiner Tricktechnikfirma *Industrial Light and Magic* für den Film *Jurassic Park* überzeugt haben, entschied er nun auch die nächsten *Star Wars*-Filme digital zu realisieren.²⁰¹

Lucas arbeitete eng mit *Sony* bei der Entwicklung der digitalen Filmkamera auf Basis der HDCAM-Technik zusammen, um seine Visionen umzusetzen. Er stellte z.B. die Anforderung an *Sony*, dass die Kamera mit 24 Vollbildern und nicht wie bisher nur in der Videotechnik üblich mit 25 Vollbildern aufzeichnet, damit die Ausbelichtung auf Film für die Auswertung im Kino erleichtert wird. Da die ersten Prototypen für die Verfilmung von *Episode I* nicht rechtzeitig fertig gestellt wurden, musste Lucas diesen Teil noch auf Film drehen²⁰². Einzelne Szenen wurden allerdings schon auf Prototypen digital gedreht. Hier zeigte sich, dass die Bildqualität im fertigen Film nicht von den auf Film gedrehten Szenen zu unterscheiden war²⁰³. Rechtzeitig zum Drehbeginn von *Episode II* waren dann die ersten Modelle der *HDCAM HDW F900* für Lucas verfügbar. Sie setzte einen 2/3"-Chip mit der HDTV Auflösung von 1920 x 1080 Bildpunkten mit 24 progressiven Bildern pro Sekunde ein. Aufgezeichnet wurde auf HDCAM²⁰⁴. Da es sich noch um erste Geräte handelte, wurde zur Sicherheit parallel mit zwei Rekordern aufgezeichnet, falls ein Gerät ausfallen sollte²⁰⁵. Der kleine Sensor führte dazu, dass spezielle Objektive nötig wurden. Lucas arbeitete dafür mit *Panavision* zusammen, die neue Objektive entwickelten, die von der Handhabung Filmoptiken entsprechen, aber für die Benutzung an einer Videokamera ausgelegt sind. Auch das weitere Filmkamerazubehör, wie z.B. das Suchersystem, wurde in Zusammenarbeit mit *Panavision* entwi-

²⁰¹ vgl. Eda 2005

²⁰² vgl. ebenda

²⁰³ vgl. Magid 2002c

²⁰⁴ vgl. o.V. Sony 2000

²⁰⁵ vgl. Magid 2002c

ckelt²⁰⁶. Da das Bildformat des Spielfilms mit 1:2,4 breiter ist als das 1:1,78 Format des Sensors, musste das aufgezeichnete Bild in der Postproduktion beschnitten werden. So bestand aber auch nachträglich noch die Möglichkeit, den Bildausschnitt vertikal anzupassen²⁰⁷. Mit dieser Technik konnte *Episode II* dann komplett digital gedreht werden. Für die Aufnahmen der Miniaturmodelle kam schon die in der Bildqualität verbesserte *HDW-F950* zum Einsatz²⁰⁸.

Abbildung 16: George Lucas an der Sony HDW-F900²⁰⁹



Die Entscheidung für den Einsatz von HD-Technik anstatt der bisherigen Filmtechnik wurde nicht aufgrund dessen getroffen, dass man unbedingt die neue Technik ausprobieren wollte²¹⁰. Lucas war davon überzeugt worden, dass die Bildqualität, die in der vollständig digitalen Produktionskette erhalten bleibt, nun dem Zuschauer erstmals die Möglichkeit gab, die originale Aufnahmequalität ohne den störenden Einfluss von Bildverlusten durch Kopierschritte oder Kratzer und Fusseln im Kino selbst erleben zu können. Dies war aufgrund der geringen Anzahl an Kinos mit Digitalprojek-

²⁰⁶ vgl. o.V. Sony 2000

²⁰⁷ vgl. o.V. Sony 2000

²⁰⁸ vgl. Magid 2002b

²⁰⁹ Magid 2000c

²¹⁰ vgl. Magid 2002a

toren im Jahr 2002 jedoch nur wenigen Zuschauern möglich²¹¹. So gab es zu diesem Zeitpunkt weltweit nur ca. 100 Kinos, von denen 17 in Europa ansässig waren. In Deutschland konnten gerade einmal zwei Kinos *Star Wars Episode II* digital vorführen²¹².

Der größte Vorteil bei der Arbeit am Set mit HD-Technik ist aber die sofortige Verfügbarkeit der aufgenommenen Bilder. Im Gegensatz dazu bezeichnet Lucas in einem Interview den Dreh auf Film: "It's like working with the lights out – you can't see the work until the next day."²¹³ Dies ist besonders störend bei der Verwendung von visuellen Effekten. Die Arbeitsabläufe am Set beschleunigen sich beim Einsatz von HD-Kameras durch das sofortige Betrachten und Beurteilen des Bildes und seiner wichtigsten Faktoren Schärfe und Belichtung, sodass Korrekturen unmittelbar erfolgen können. Für die Postproduktion muss das Material nicht erst aufwändig abgetastet werden, die CGIs können sofort in das Bildmaterial integriert werden. Besonders bei der Aufnahme der Miniaturmodelle ist die Arbeit mit Videokameras sehr stark von Vorteil, da schon unmittelbar nach der Aufnahme in voller Auflösung beurteilt werden kann, ob eine Trickaufnahme zusammen mit der realen Aufnahme optimal kombiniert werden kann.²¹⁴

Auch die Darsteller profitieren am Set von der neuen digitalen Aufnahmetechnik. Während die wesentliche Arbeit für sie unverändert bleibt, so entfallen jedoch die Zwangspausen durch das Wechseln der Filmmagazine. Die Konzentration der Schauspieler kann so über einen längeren Zeitraum durchgehend erhalten bleiben.²¹⁵

Durch die neue Möglichkeit, direkt am Set die Einstellungen des Aufnahmesensors zu verändern, kann eine digitale Kamera deutlich umfangreicher an bestimmte Aufnahmesituationen angepasst werden als eine Filmkamera²¹⁶. Lucas erläutert die neue Vielseitigkeit der digitalen Aufnahme: „You can make it do whatever you want it to do, and you can design the technology to do whatever you want to do.“²¹⁷

Die elektronische Bildaufzeichnung brachte Lucas auch diverse Nachteile bei der Produktion ein. Durch den kleinen 2/3"-Bildsensor ergab sich eine für einen Spielfilm ungeeignete hohe Schärfentiefe, die um den

²¹¹ vgl. Eda 2005

²¹² vgl. Westerkamp 2004, 253

²¹³ Lucas nach Magid 2002c

²¹⁴ vgl. Magid 2002b

²¹⁵ vgl. Burr 2000

²¹⁶ vgl. Magid 2002c

²¹⁷ Lucas nach Magid 2002c

Faktor 2 bis 2,5 höher als bei 35mm-Filmkameras ist. Aus diesem Grund wurde oftmals bei der Einstellung der Schärfe getrickst. Normalerweise liegt der Fokus genau auf den wichtigsten Bildelementen. Hierbei wurden die Bildhintergründe meistens anders als gewollt aber auch noch scharf mit abgebildet. Um die Darsteller so besser vom Hintergrund zu separieren, wurde die Schärfenebene weiter in Richtung Kamera verschoben, sodass der Hintergrund unscharf wurde, der Darsteller aber selbst so gerade noch im Schärfebereich lag.²¹⁸

Die insgesamt höhere Bildschärfe wurde meist zusätzlich durch Filter vor der Kamera vermindert. Dies lässt einem zumindest die Wahlmöglichkeit, ob man extra scharfe Bilder ohne Filter oder die vom Film gewohnte Bildschärfe mit der Verwendung eines Filters haben möchte. Die höhere Bildschärfe wirkte sich auch auf andere Gewerke aus. Die Miniaturbauten mussten deutlich detaillierter gefertigt werden als bisher, da nun jedes kleinste Detail im Bild zu sehen war.²¹⁹

Die digitale Bildaufnahmetechnik verursachte bei den Modellaufnahmen aber noch deutlich größere Probleme. Bei diesen ist in der Regel eine sehr hohe Schärfentiefe nötig, damit die Modellhintergründe im Film später durchgängig gleich scharf sind. Hierzu wird bei der Arbeit mit Filmkameras die Blende so weit wie möglich geschlossen, dafür aber die Belichtungszeit verlängert. Da die Verlängerung der Belichtungszeit für die Bildsensoren aber nicht möglich ist, war man dazu gezwungen, die geschlossene Blende durch deutlich mehr Licht auszugleichen. So wurden nicht wie üblich Scheinwerfer mit Leistungen von 300 bis 1.000 Watt eingesetzt, sondern man brauchte Scheinwerfer mit Leistungen von 5.000, 10.000 und 20.000 Watt, um das Modell hell genug ausleuchten zu können. Die dabei entstehende Hitzeentwicklung war so stark, dass eine Kamera, die in 1,5 Metern Entfernung zur Leuchte stand, überhitzte und erst einmal 15 Minuten abkühlen musste, bevor sie wieder einsatzfähig war. In Situationen, in denen selbst dann die Blende nicht so weit schließbar war wie beim Einsatz einer Filmkamera, musste das Modell dreimal mit verschiedenen Schärfenebenen aufgezeichnet werden. In der Postproduktion wurde aus diesen drei Bildern dann eines erzeugt, das von vorne bis hinten scharf war.²²⁰

Die fehlende Möglichkeit der Langzeitbelichtung war nicht nur ein Problem für die benötigte Lichtmenge. Motion Control-Miniaturaufnahmen wirken auch deutlich realistischer, wenn sie verlangsamt mit weniger Bildern pro Sekunde aufgenommen werden. Damit diese Illusion auch bei der digi-

²¹⁸ vgl. Magid 2002a

²¹⁹ vgl. Magid 2002b

²²⁰ vgl. ebenda

talen Aufnahme erreicht wird, müssen in der Postproduktion erst umständlich einzelne Bilder weggelassen werden, um die Geschwindigkeit der Bewegungen wieder anzugleichen.²²¹

Im Gesamten betrachtet, erbrachte der Einsatz einer Videokamera für die Produktion mehr Vorteile als Nachteile. Damit die Bedienung der neuen Technik nicht von der eigentlichen Arbeit am Set ablenkte, unterstützte ein spezieller Techniker die Kameracrew zusätzlich. Ansonsten sollte jedes einzelne Teammitglied seinen gewohnten Posten am Set mit den damit verbundenen Tätigkeiten behalten können²²². Trotz gewisser Anlaufschwierigkeiten mit den neuen Geräten, durch die häufig mehrere Versuche nötig waren, bis eine Szene abgedreht war, waren die Kosten deutlich geringer, als wenn die Produktion auf Film gedreht worden wäre. Lucas selbst empfand die Arbeit als deutlich weniger frustrierend, da man schneller neue Ideen ausprobieren und sofort wieder verwerfen konnte, wenn sie auf dem Monitor nicht gut aussahen. Durch den gegenüber Film erweiterten Möglichkeitsspielraum konnte er auch deutlich mehr Ideen austesten. Dies erfordert natürlich eine höhere Disziplin am Set, damit es nicht dazu kommt, dass aufgrund der geringeren Materialkosten unzählige Einstellungen gedreht werden, die die Drehzeit und die Kosten am Ende dann doch wieder ansteigen lassen.²²³

4.2.2 Speichertechniken

Die in den vorherigen Kapiteln erwähnten Eigenschaften des Mediums Film führen dazu, dass es sich bis heute als wichtigster Aufnahmestandard behaupten kann. Die hohe Speicherkapazität ohne aufwendige Datenkompression sowie die sehr lange Archivierbarkeit sind bisher von digitalen Speichermedien nicht erreicht worden. Die gegenüber den Videoformaten zeitaufwändigere Postproduktion stellt bei einer Spielfilmproduktion kein großes Problem dar, anders als bei TV-Produktionen, bei denen die schnelle Verfügbarkeit des gedrehten Materials deutlich wichtiger ist. Für spezielle Anwendungen bieten die digitalen Speicherformate jedoch heute auch den Spielfilmproduktionen neue Möglichkeiten, die einen Wechsel vom Film hin zu neuen Speichermedien interessant machen.²²⁴

²²¹ vgl. ebenda

²²² vgl. Magid 2002a

²²³ vgl. Magid 2002c

²²⁴ vgl. Fößel 2004, 143

Datenreduktion

Besonders im SD-Videobereich werden die Videosignale in der Regel ausschließlich komprimiert gespeichert. Nur so ist es möglich, eine ausreichende Aufnahmedauer mit den Videobändern zu ermöglichen. Bei der Produktion von HD-Material spitzt sich das Problem aufgrund der wesentlich höheren Datenraten noch weiter zu. Aus diesem Grund werden in der Praxis heute meist Verfahren wie die Farbrunterabtastung und die Bilddatenkompression zur Datenreduktion angewendet.²²⁵

Bei der Farbrunterabtastung werden nicht von allen Pixeln sowohl die Helligkeits-, als auch die Farbinformationen abgespeichert. Dies ist ohne große Qualitätsverluste möglich, da das menschliche Auge deutlich mehr Rezeptoren für die Helligkeitswahrnehmung als Farbrezeptoren besitzt. Je weniger Pixel bei der Speicherung der Farbinformationen zusammengefasst werden, desto höher ist auch die endgültige Bildqualität. Im Idealfall werden so für jeden einzelnen Bildpunkt die gesamten Helligkeits- und Farbinformationen einzeln abgespeichert.²²⁶

Bei der Datenkompression werden redundante Bilddaten weggelassen. Je nach Kompressionsverfahren geschieht dies auf eine andere Art und Weise. Zu den bekanntesten Verfahren im Consumer- und Broadcastbereich gehören u.a. die DV-, MPEG-2- und MPEG-4-Standards. Für die digitalen Spielfilme ist der Motion-JPEG2000-Standard zurzeit eine Arbeitsgrundlage für noch leistungsfähigere Kompressionsverfahren.²²⁷

Generell ist jedoch trotz der hohen Datenmengen einer HD-Spielfilmproduktion keine Datenkompression erwünscht. Je länger die vollständigen Daten erhalten bleiben, desto flexibler können diese in der Postproduktion eingesetzt und bearbeitet werden. So werden heute z.B. bei der Abtastung von Filmen unkomprimierte Einzelbildsequenzen im DPX- oder Cineon-Format abgespeichert. Erst bei der Distribution ist die geringere Datenmenge dann wieder erwünscht, um unnötig teure Übertragungs- oder Speichermedienkosten zu vermeiden.²²⁸

Schnittstellen

Die digitalen Filmkameras erzeugen durch ihre hohen Auflösungen bis zu 4K und oftmals unkomprimierten Bilddaten nur schwer zu verarbeitende Datenmengen. So erzeugt eine 4K digitale Filmkamera mit 12 Millionen

²²⁵ vgl. Fößel 2004, 144

²²⁶ vgl. Fößel 2004, 144 f.

²²⁷ vgl. Fößel 2004, 147 f.

²²⁸ vgl. Coulanges 2008, 167

Pixeln Auflösung bei einer Quantisierung von 14 Bit mit 24 Bildern pro Sekunde eine unkomprimierte Datenrate von 4,3 GBit/s. Die zurzeit schnellste Videoschnittstelle HD-SDI reicht mit einer Kapazität von 1 GBit/s Sekunde selbst in der Dual Link Version mit zwei parallelen Kabeln zur Übertragung von maximal 2K Videosignalen aus. Standardfestplatten verarbeiten zurzeit eine maximale Datenrate von nur ca. 0,4 GBit/s. Die höheren Datenraten müssen daher mit Datenanbindungen aus der Speichernetzwerktechnik übertragen werden, beispielsweise basierend auf *Fibre Channel*- oder *Infiniband*-Signalwegen und anschließend auf Festplattenarrays gespeichert werden, wie es die 4K-Kamera *Red One* macht^{229, 230}.

digitale Speichermedien

Die heute eingesetzten digitalen Speichermedien lassen sich aufgrund ihrer sehr unterschiedlichen Preise in zwei Arten unterteilen: günstige Massenspeicher, wie z.B. Festplatten, Magnetbänder oder optische Speicher sowie teure Halbleiterspeicher, wie z.B. RAM- oder Flash-Speicher.

Das älteste elektronische Speichermedium ist das Magnetband. Auf dem Markt existiert eine Vielzahl digitaler Aufzeichnungsformate, die aufgrund der zu geringen Datenraten meist nur im TV-Bereich Anwendung finden²³¹. Dort werden sie mittlerweile aber auch zunehmend von Flash-basierten Medien verdrängt. Bänder werden in der Zukunft meist nur noch als Datenarchivierungsmedium benutzt werden. Die Haltbarkeit der Bänder ist aber nicht mit der eines Films zu vergleichen, nach ca. fünf Jahren ist die Sicherheit der Daten nicht mehr gewährleistet und diese sollten erneut umkopiert werden²³². Videosignale, wie sie heute üblich sind, werden in Zukunft auch nur noch selten direkt auf Bänder geschrieben werden, stattdessen werden nur noch die digitalen Datensätze aufgezeichnet.²³³

Die gängigste Methode, die hohen Datenraten einer digitalen Filmkamera zu bewältigen, ist die Aufzeichnung auf Festplatten. Da die Datenrate einer einzelnen Festplatte zu gering ist, werden mehrere zu einem Festplattenarray parallel zusammengeschaltet, wodurch die maximale Datenrate erhöht werden kann. Festplatten ermöglichen als einziges Medium die Aufzeichnung langer Filmsequenzen an einem Stück, ohne Unterbrechung durch Materialwechsel. Dadurch ergeben sich neue Möglichkeiten der filmi-

²²⁹ vgl. Schilling 2006

²³⁰ vgl. Bloss 2004, 129 f.

²³¹ vgl. Fössel 2004, 151-154

²³² vgl. o.V. Film&TV Kameramann 5/2009, 85

²³³ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 5/2008, 56 f.

schen Erzählung, da nun erstmals ein Spielfilm als Plansequenz ohne Schnitt verfilmt werden kann.²³⁴

Die auf Halbleitertechnologie basierenden Speicher setzen sich in der Praxis immer weiter durch. RAM-basierte Speicher sind sehr teuer. Es existieren zwar auch externe Datenträger auf RAM-Basis, mit ihren 32 bis 64 GB Speichervolumen reichen diese jedoch je nach Aufnahmeformat nur drei bis sieben Minuten aus. Diese Technik kommt meist als Datenpuffer in einer Kamera zum Einsatz. Durch die hohen Schreib- und Lesegeschwindigkeiten sind sie dazu in der Lage, die Datenmengen einer HD-Kamera zwischenzuspeichern. Anschließend werden sie über langsamer arbeitende Schnittstellen auf ein anderes Medium übertragen. Besser geeignet für den Einsatz als Datenträger für digitale Filmkameras sind Flash-Speichermedien. Durch ihre robuste Bauart und die durch die Parallelschaltung einzelner Speicherbausteine möglichen hohen Datenraten sind sie zunehmend zu einer Art digitalen Filmrolle geworden. Die anfänglichen Probleme der zu geringen Speicherkapazitäten sind heute im Griff, es existieren gängige Speichergrößen von bis zu 64 GB. Ein mit fünf 64 GB großen P2-Karten bestückter Panasonic-Camcorder kann so ohne Kartenwechsel 320 Minuten am Stück in DVCPPro-HD aufnehmen²³⁵. Ähnlich einer Filmrolle werden die Medien anschließend aus der Kamera genommen und auf einen Massenspeicher kopiert, sodass die Flash-Karte wieder überschrieben werden kann.²³⁶

Optische Speichermedien spielen in der digitalen Kinematographie aufgrund ihrer viel zu geringen Kapazität und Datenraten sowie der schlechten Haltbarkeit keine nennenswerte Rolle. Sie eignen sich in der Regel nur als Back-Up-Möglichkeit, falls ein Band oder Festplatte einmal beschädigt sein sollte.²³⁷

In der Praxis zeigt sich, dass sich die Handhabung mit Flash-basierten Speicherkarten ähnlich einer „digitalen Filmrolle“ am besten bewährt²³⁸. Die Speicherkarte ist weiterhin in die Kamera integriert und muss nicht, wie z.B. die Festplatten über Kabelverbindungen, extern an die Kamera angeschlossen werden. Dies ist besonders bei bewegten Kameraeinstellungen, wie Kranfahrten oder Steadicam, sehr hinderlich bei der Bewegungsfreiheit. Sobald eine Speicherkarte voll ist, wird sie vom Materialassistenten der Kamera entnommen und gegen eine leere ausgewechselt. Damit kann am

²³⁴ vgl. Fößel 2004, 154

²³⁵ vgl. o.V. Film&TVKameramann 5/2008, 57 ff.

²³⁶ vgl. Fößel 2004, 155 f.

²³⁷ vgl. Fößel 2004, 157

²³⁸ vgl. Fößel 2004, 158 f.

Set schnell weitergedreht und das gedrehte Material in Ruhe auf Festplatten überspielt werden. Anschließend wird die Karte formatiert und kann bei einem nächsten Wechsel wieder in die Kamera eingesetzt werden, da die dauerhafte Speicherung auf Flash-Karten noch deutlich zu teuer ist. Diese Arbeitsweise erfordert höchste Sorgfalt, damit es nicht aus Versehen dazu kommt, dass Speicherkarten schon wieder überschrieben werden, bevor die Daten gesichert wurden. Außerdem müssen die Kopiergeräte robust genug für den Einsatz am Filmset ausgelegt sein.²³⁹

Russian Ark

Ein Spielfilm, der erst durch die digitale Speichertechnik möglich wurde, ist Regisseur Alexander Sokurovs Werk *Russian Ark* aus dem Jahr 2002. Der Film besteht aus einer einzigen 92 Minuten langen Steadicam-Plansequenz. Durch diese vermittelt der Film, ähnlich den auf Mini-DV gedrehten Dogma-Filmen, eine deutlich größere Realität, da nichts im Schnitt manipuliert worden zu sein scheint²⁴⁰. Diese Echtheit war mit herkömmlicher Filmtechnik bisher nur durch geschickt versteckte Schnitte möglich. Gedreht wurde der Film in der Eremitage in St. Petersburg, einem alten Palast. Da das dort befindliche Museum nicht länger als zwei Tage am Stück geschlossen werden konnte, mussten die Auf- und Abbauarbeiten sowie der Dreh in zwei Tagen bewerkstelligt werden. Der deutsche Kameramann Tilman Büttner führte die Kamera über eine Strecke von 1,5 Kilometern durch 35 Säle des Palastes, in denen über 2000 Komparsen agierten. Zusätzlich zum physischen Kraftakt, eine 35 kg schwere Steadicam über diese Distanz zu führen, kam das Problem der Datenspeicherung. Die eingesetzte *Sony HDW F900* zeichnete auf HDCAM-Magnetbändern auf, die eine maximale Aufzeichnungsdauer von ca. 46 Minuten bei einem komprimierten Videosignal ermöglichen. Da diese Aufzeichnungsdauer deutlich zu kurz war und für die Postproduktion die unkomprimierten Bildsignale erhalten bleiben sollten, musste extern auf Festplatten aufgezeichnet werden. Da die Festplattenrekorder in der Regel bis dahin nur für den Betrieb im Studio ausgelegt waren, wären zwei Assistenten nötig gewesen, die den 50 kg schweren Rekorder und die nötige mobile Stromversorgung, bestehend aus 40 kg schweren Batterien mit mehreren Kabeln verbunden hinterher getragen hätten. Die deutsche Firma *Director's Friend* entwickelte extra in Zusammenarbeit einen mobilen Festplattenrekorder, der 100 Minuten am Stück in über 1 Terabyte unkomprimierten HD-Videodaten spei-

²³⁹ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 5/2008, 57 ff.

²⁴⁰ vgl. Richter 2008, 61 f.

chern konnte. Somit war nur noch ein Mann nötig, der dieses System auf seinem Rücken trug und lediglich mit einem Kabel mit der Kamera verbunden sein musste. Diese Kabelverbindung war die größte Schwachstelle dieses Systems, da die Bewegungsfreiheit des Kameramannes nicht behindert werden durfte. Weil der mögliche Drehzeitraum aufgrund des kurz scheinenden Tageslichts am Drehtag, dem 23. Dezember 2001, ohnehin schon auf vier Stunden begrenzt war sowie die Batterien des Rekorders nicht viel länger hielten, war nicht mehr als ein Versuch für die Aufnahme des Films möglich. Trotz drei Drehabbrüchen, die schon nach 5 bis 10 Minuten erfolgten und kleinerer Pannen während der Aufnahme verlief der Dreh insgesamt wie geplant, sodass *Russian Ark* am Ende mit 92 Minuten der erste große Spielfilm mit nur einer einzigen Einstellung ohne Schnitt ist, der nur aufgrund der digitalen Aufzeichnungstechnik in dieser Form realisiert werden konnte.²⁴¹

Abbildung 17: Drehteam von *Russian Ark* (2. v.l. trägt den Rekorder)²⁴²



4.2.3 Kamerasysteme

Die Praxistauglichkeit einer digitalen Filmkamera hängt neben den wichtigen Faktoren Sensor und Speicher von einer Vielzahl kleinerer weiterer Eigenschaften ab. Die auf dem Markt befindlichen Kameras unterscheiden sich, was den Systemaufbau und die Handhabung betrifft, teilweise erheb-

²⁴¹ vgl. Hummel 2003, 15, vgl. o.V. *Russian Ark* Presseheft 2002

²⁴² o.V. Drehteam *Russian Ark*

lich voneinander. Einige Modelle, wie z.B. die *Arriflex D-20/21*, orientieren sich technisch sehr stark am Aufbau einer Filmkamera. Statt der Verwendung eines Films wird eben nur auf einen Sensor belichtet²⁴³. Andere Modelle sind enger mit den Videokameras verwandt. Sie besitzen oftmals keine optischen Sucher auf Spiegelreflexbasis, das Kameragehäuse und die Bedienelemente sind wie bei Videokameras angeordnet. Aus diesem Grund muss, wenn eine Spielfilmproduktion digital gedreht werden soll, im Vorfeld feststehen, unter welchen Drehbedingungen die Kamera eingesetzt werden soll. Dann kann man im direkten Vergleich das am besten geeignete Kamerasystem mit der besten Gesamtausstattung für den eigenen Film auswählen.

Die Qualität eines optischen Suchers ist bisher den elektronischen Suchersystemen deutlich überlegen. Die Mattscheibe ermöglicht es dem Kameramann, auch in einem Sicherheitsrahmen außerhalb des Bildfensters die Umgebung besser im Auge behalten zu können²⁴⁴. Sollte ein Mikrofon z.B. ins Bild geraten, kann ein Kameramann schneller darauf reagieren und notfalls den Bildausschnitt ein wenig anpassen. Gerät bei einem elektronischen Sucher etwas an der Bildkante ins Bild hinein, so ist es meist direkt in der Aufnahme enthalten und die Einstellung muss wiederholt werden. Ein optischer Sucher vermittelt dem Kameramann ein deutlich besseres Gefühl für das Bild, da er im Gegensatz zu dem Videobild eines elektronischen Suchers die volle Auflösung in perfekter Bildqualität wahrnehmen kann²⁴⁵.

Optische Suchersysteme bringen jedoch in der digitalen Kinematographie auch Nachteile mit sich. Genau wie bei Filmkameras entspricht das im Sucher während der Aufnahme gesehene Bild nicht dem aufgenommenen, da die Spiegelumlaufblende das Bild immer nur abwechselnd zu Sensor und Sucher ablenkt²⁴⁶. Im Gegensatz zu Filmkameras kann allerdings auf den Vorschaumonitoren das tatsächlich aufgenommene Bild trotzdem schon während der Aufnahme in voller Auflösung betrachtet werden. Anders als bei Filmkameras bleiben von der Spiegelumlaufblende aufgewirbelte Schmutzpartikel auf dem Sensor dauerhaft haften. Durch den Filmtransport würden sie in einer Filmkamera mit dem Film zusammen weiterbewegt werden. Der Sensor muss daher beim Einsatz eines optischen Suchersystems, das auf dem Spiegelreflexsystem basiert, öfter gereinigt wer-

²⁴³ vgl. Coulanges 2008, 160 f.

²⁴⁴ vgl. Gööck 2004, 44 f

²⁴⁵ vgl. Coulanges 2008, 155 f.

²⁴⁶ vgl. Wheeler 2007, 165

den.²⁴⁷ Optische Sucher, die über ein Strahlenteilerprisma das Bild auf Sensor und die Mattscheibe aufteilen, besitzen diese Nachteile nicht. Allerdings verringert das Prisma die Helligkeit um eine ganze Blende²⁴⁸. Einzelne Kameramodelle, wie z.B. die *SI-2K* von *P+S Technik*, unterstützen auch den Einsatz beider Suchersysteme, sodass für den Kameramann die volle Flexibilität besteht²⁴⁹.

Der modulare Aufbau einer Filmkamera ermöglicht es, diese den Bedürfnissen einer Produktion sehr genau anzupassen. Optische Einheit, Sensorsystem und Speichereinheit sollten im Idealfall nicht starr miteinander verbunden sein, sodass einzelne Komponenten ausgetauscht werden können oder auch die Komponenten auf mehrere Arten miteinander verbunden werden können. Eine variabel an die Kamera montierbare Speichereinheit, wie z.B. bei der *Panavision Genesis*²⁵⁰, ermöglicht deutlich mehr Einsatzmöglichkeiten bei der Aufnahme. Diese Flexibilität fehlt zurzeit noch vielen digitalen Kameramodellen. Bei der *SI-2K* ist diese Modularität so weit vorangeschritten, dass selbst der Kamerakopf, bestehend aus Objektiv und Sensor, vom Kameragehäuse getrennt betrieben werden kann. Kameraelektronik und Speichereinheit können so z.B. versteckt in einem Rucksack untergebracht werden, was einen viel größeren Bewegungsfreiraum gibt und auch den Dreh in HD-Qualität unter schwierigsten Situationen ermöglicht²⁵¹. Das vorhandene Zubehör für Filmkameras sollte ebenfalls an eine digitale Kamera montierbar sein.²⁵²

Für den Einsatz auf der Schulter ist es besonders für digitale Kamerasysteme wichtig, dass ihr Gewicht gleichmäßig verteilt ist und diese fest auf der Schulter sitzt. Hier haben einige digitale Videokameras noch das Problem, dass sie zu frontlastig sind, da bei ihnen kein Gegengewicht, wie das Magazin bei einer Filmkamera, vorhanden ist²⁵³. Als Negativbeispiel lässt sich hier die Kamera *Origin* von *Dalsa* anführen, deren unhandliches und klobiges Gehäuse ihren Einsatz in bestimmten Situationen einschränkt. „It does resemble a black, shiny, desktop computer tower with a lens stuck on one corner“²⁵⁴, beschreibt Kameramann Paul Wheeler das ungewöhnliche Design der Kamera.

²⁴⁷ vgl. Wheeler 2007, 172

²⁴⁸ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 4/2008, 26

²⁴⁹ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 5/2008, 83

²⁵⁰ vgl. Wheeler 2007, 173

²⁵¹ vgl. Film&TV Kameramann 4/2008, 24 ff.

²⁵² vgl. Kraus 2004, 90 f.

²⁵³ vgl. Coulanges 2008, 154 f.

²⁵⁴ Wheeler 2007, 163

Die Bedienung einer digitalen Filmkamera sollte ähnlich einer analogen Filmkamera möglichst einfach und übersichtlich gestaltet sein. Während des Drehs am Set ist selten die Zeit für die Einstellungen in komplizierten Kameramenüs vorhanden. Die wesentlichen Funktionen sollten daher schnell und einfach überschaubar sein. Die *Arriflex D-20/21* orientiert sich dabei wieder sehr stark an den Filmkameras. Sie besitzt nur wenige Einstellmöglichkeiten direkt an der Kamera, die Bedienbarkeit ist an die analogen Arriflex-Modelle angelehnt. Die aufgenommenen Rohdaten sollen, ähnlich einem Filmnegativ, erst in der Postproduktion bearbeitet werden. Der Kameramann soll weiterhin die Rolle des Bildgestalters am Set besitzen und nicht zunehmend mehr mit Aufgaben eines Bildtechnikers konfrontiert werden.²⁵⁵

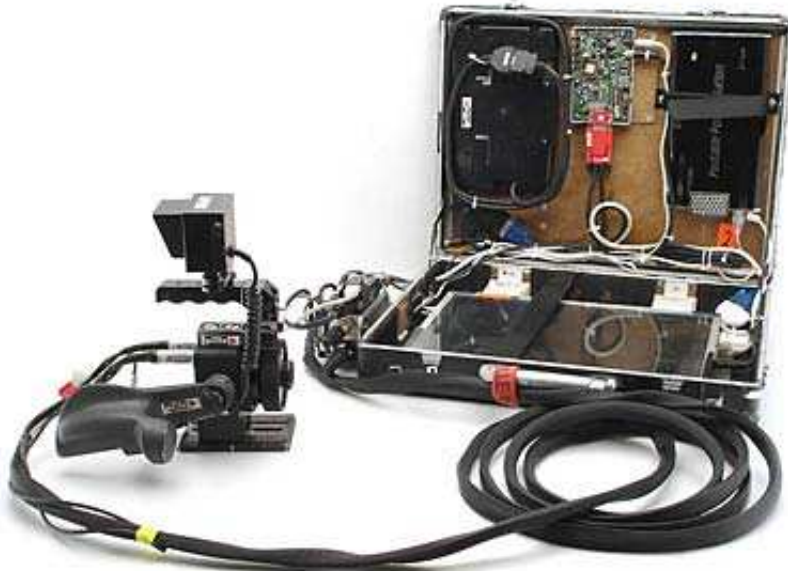
Slumdog Millionaire

Der bekannteste Film, der erst durch den Einsatz eines flexiblen digitalen Kamerasystems möglich geworden ist, ist der Film *Slumdog Millionaire* von Regisseur Danny Boyle. Für den Dreh an Originalschauplätzen in den Armutsvierteln der Millionenstadt Mumbai war es besonders wichtig, unauffällig drehen zu können. Nur wenn das Filmteam nicht als solches zu erkennen ist, verhalten sich die Passanten natürlich und der Film behält so seine Authentizität. Da das Auffälligste an einem Drehteam in der Regel die Kameratechnik ist, musste diese sehr gut getarnt und versteckt werden. Der Einsatz einer 35mm-Filmkamera schied somit in den Straßenszenen aus. Die digitale Kamera *SI-2K Mini* sollte daher stattdessen in diesen Szenen eingesetzt werden. Als Tourist getarnt mit dem kleinen Kamerakopf und Objektiv in der Hand konnte sich Kameramann Anthony Dod Mantle unbeschränkt und frei bewegen. Um auch mit der kleinen Kamera sanfte Bewegungen ausführen zu können, wurde von der deutschen Firma *Pille Filmgeräteverleih* ein Rig gebaut, das durch einen Gyro-Kreiselstabilisator eine sehr ruhige Bildführung selbst bei Schüssen aus der Hüfte ermöglichte. Die restliche Kameraelektronik und Aufzeichnungsgeräte waren in einem kleinen Aktenkoffer in seinem Rucksack untergebracht. Die Daten wurden direkt mit einem modifizierten *Macbook Pro* aufgezeichnet, dessen Bildschirm von außen am Koffer einsehbar war. Zur Kühlung wurden bei der hohen Hitze täglich 20 kg Trockeneis benötigt. Die sehr hohe Flexibilität und sehr gute Bildqualität der 2/3"-CMOS-Sensor-Kamera überzeugte den Regisseur, dieses System nicht nur bei den wenigen geplanten Einstellun-

²⁵⁵ vgl. Coulanges 2008, 173

gen einzusetzen, sodass am Ende ca. 70% des Films digital gedreht wurden.²⁵⁶

Abbildung 18: Kameraeinheit von *Slumdog Millionaire*²⁵⁷



Diese neue Form der Bildsprache, mit ihren authentischen Aufnahmen inmitten einer Millionenmetropole, führte dazu, dass *Slumdog Millionaire* insgesamt mit acht Oscars ausgezeichnet wurde. Darunter erhielt er auch den Oscar für die beste Kamera, der damit zum ersten Mal an einen digital gedrehten Spielfilm verliehen wurde. Dieser Film ist ein sehr gutes Beispiel dafür, dass die neue Technik auch für die Umsetzung neuer Ideen eingesetzt werden muss, damit sich die Filmsprache erfolgreich weiterentwickeln kann.²⁵⁸

4.3 Postproduktion

Schon lange vor dem Einsatz digitaler Kameras war die digitale Nachbearbeitung des abgetasteten Films ermöglicht worden. Nur so konnte die an ihre Grenzen gestoßene analoge Tricktechnik bis zu den heute verfügbaren computergenerierten Effekten weiterentwickelt werden. Die Auswahlmöglichkeiten, einen Film entweder analog zu drehen und nachzubearbeiten,

²⁵⁶ vgl. Piffel 2009

²⁵⁷ o.V. *Slumdog Millionaire* mit SI-2K 2009

²⁵⁸ vgl. o.V. Film-TV-Video 2009

analog zu drehen, aber digital nachzubearbeiten oder den kompletten Film digital zu produzieren, stellen die Produktionsfirmen vor schwerwiegende Entscheidungen, da sie schon zu Beginn beurteilen müssen, welcher Prozess für die Realisation des Films am besten und zugleich finanziell am günstigsten ist.

Digital Lab

Obwohl die digitalen Kinokameras heute die Qualität des Films nahezu erreicht haben, stellt der Dreh auf analogem Film in Verbindung mit einem Digital Intermediate in der Postproduktion nach wie vor die Mehrheit der Spielfilmproduktionen dar. Der entscheidende Vorteil des Sensors eines Filmabtasters gegenüber dem Sensor einer Kamera liegt in der deutlich hochwertigeren und komplexeren Technik dahinter. Der Bildsensor einer Kamera muss den robusten Einsatz am Set in allen erdenklichen Aufnahmesituationen bestehen können, während der Sensor des Abtasters nur unter ständigen Idealbedingungen den Dichteumfang eines gleichmäßig ausgeleuchteten Negativs, das, wie erwähnt, bereits den Dynamikumfang des Bildes natürlich eingegrenzt hat, erfassen können muss. Die Filmabtaster können in ihren Ausmaßen auch groß und in der Bedienung kompliziert sein, da in der Nachbearbeitung die Zeit dazu gegeben ist, diese Geräte von Spezialisten bedienen zu lassen.²⁵⁹

Im Gegensatz zur analogen Postproduktion im Filmkopierwerk treten im Digital Lab keine Qualitätsverluste durch die vielen Kopierschritte auf. Das Digital Intermediate ermöglicht eine Qualitätssteigerung um bis zu 200% gegenüber der analogen Filmkopie. Da das Originalnegativ nach dem Abtasten nicht mehr gebraucht wird, kann dies sofort archiviert werden. Falls die Daten in der Postproduktion dann doch einmal beschädigt werden sollten, kann das unberührte Original jederzeit wieder abgetastet werden.²⁶⁰

Die digitalen Bilddaten ermöglichen zudem eine deutlich größere Geschwindigkeit und Experimentierfreudigkeit der Cutter im Schnitt. Es ist gegenüber dem analogen Filmschnitt deutlich einfacher, einen Schnitt einfach einmal auszuprobieren, selbst wenn man sich unsicher ist, ob dieser funktionieren wird. Sollte er einem nicht gefallen, so kann man im Schnittprogramm einfach die Änderungen rückgängig machen, während der zerschnittene Filmstreifen erst wieder zusammengeklebt werden müsste. Zudem treten keine Probleme bei der Synchronität von Bild und Ton auf, da

²⁵⁹ vgl. Kraus 2004, 81 ff.

²⁶⁰ vgl. Balga 2004, 180

beide digital fest miteinander verbunden sind. Im Analogschnitt entstehen hingegen sehr schnell asynchron laufende Bilder und Tonspuren.²⁶¹

Der Schnitt am Computer birgt aber auch gewisse Gefahren, derer man sich im Schnitt bewusst sein sollte, um ihre Auswirkungen zu vermeiden. Es kann so z.B. dazu kommen, dass durch den Einsatz der kleinen niedriger aufgelösten Vorschau-monitore eine Tendenz dazu besteht, übermäßig viele Großaufnahmen hineinzuschneiden, um das Gefühl zu vermitteln, dem Geschehen näher zu sein. Zur Vermeidung dieses Effekts sollte zwischendurch die Wirkung der Montage auch auf einem großen Bildschirm oder in der Projektion beurteilt werden.²⁶²

Der Einsatz des Digital Lab lohnt sich nach dem Dreh auf Film nicht in jedem Fall aufgrund der hohen Kosten, die bei Abtastung und Nachbearbeitung entstehen. 2003 betragen die Mehrkosten für eine Postproduktion im Digital Lab für eine Spielfilmproduktion ca. 150.000 bis 200.000 Euro gegenüber der analogen Bearbeitung im Filmkopierwerk. Darin sind nur die Kosten für Abtastung, Farbkorrektur und Ausbelichtung enthalten. Zusätzliche visuelle Effekte machen die Produktion noch teurer. Diese Mehrkosten relativieren sich erst ab Gesamtbudgets von ca. 5 Millionen Euro²⁶³. Die großen Spielfilmproduktionen werden heute daher in der Regel ausschließlich digital geschnitten und bearbeitet. Für kleinere Produktionen empfiehlt sich das Digital Lab jedoch erst, wenn ein sehr extremer Look der Bilder erreicht werden soll, der mit den konventionellen Mitteln des Filmkopierwerks nicht erreichbar ist, bzw. der Einsatz vieler visueller Effekte geplant ist. Dann lohnt es sich ab einer gewissen Grenze auch für kleinere Produktionen eher, den gesamten Film gleich abzutasten und digital weiterzubearbeiten, als den gesamten Film zu sehr zu stückeln und am Ende den Look von digitaler und analoger Postproduktion wieder mühsam angleichen zu müssen.²⁶⁴

Filme, die direkt digital aufgenommen werden, besitzen den Vorteil, dass die Kosten für Filmmaterialien und Abtastung bei der digitalen Nachbearbeitung entfallen. Da aber die Kauf- und Mietpreise der neuen Digitaltechnik noch deutlich über den Preisen für analoges Filmequipment liegen, wird die Kostenersparnis am Ende durch diese Positionen relativiert.

²⁶¹ vgl. Kornacher 2004, 194

²⁶² vgl. Gierke 2000, 140 f.

²⁶³ vgl. Balga 2004, 185

²⁶⁴ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 6/2008, 86 f.

VFX

Der zunehmende Einsatz digitaler Kameras am Set und visueller Effekte in der Postproduktion bei aktuellen Spielfilmproduktionen bewirkt eine Tendenz dahingehend, dass die Bilder des Films heute immer häufiger eigentlich erst in der Postproduktion entstehen. Die gedrehten Aufnahmen am Set liefern so meist nur noch ein Rohmaterial für die Bildherstellung am Computer ab²⁶⁵. Inzwischen ist es ohne weiteres möglich, selbst Beleuchtung, Bildkader oder die Kamerabewegung digital im Nachhinein zu verändern.²⁶⁶

Analoge Filme, die ohne visuelle Effekte verändert wurden, strahlen auf den Zuschauer ein gewisses Realitätsgefühl aus, da die Echtheit des fotografierten Films nur selten anzuzweifeln war. Die analoge Tricktechnik nutzte dieses aus und konnte so das Publikum ins Staunen versetzen. Da die digitale Technik heute eine völlige Kontrolle über die Bilder ermöglicht und der Einsatz der Effekte deutlich zugenommen hat, tritt ein Gewöhnungseffekt beim Zuschauer auf, sodass die Effekte nicht mehr die gleiche Wirkung hervorrufen wie früher noch.²⁶⁷

Es wird behauptet, dass durch die Manipulierbarkeit der digitalen Daten eines Films kein Realismus mehr erzeugt werden kann. Durch die immer größeren Möglichkeiten, die Bilder nachträglich zu verändern, ist es heute kein Beweis mehr, dass etwas, nur weil es in einem Film zu sehen ist, auch in der Realität so passiert ist²⁶⁸. Dies betrifft besonders die Dokumentarfilme. Andere Stimmen setzen dagegen, dass die Digitaltechnik nicht mehr an der Authentizität eines Films zweifeln lässt, als es bisher schon der Fall war. Die Palette der analogen Tricktechnik wird ihrer Meinung nach nur auf digitale Erzeugung umgestellt. Zudem war durch die filmische Montage schon immer die Möglichkeit der Manipulation gegeben²⁶⁹.

Die Vermischung von Realaufnahmen und am Computer erzeugten Effekten ermöglicht es den Filmemachern, Szenen zu erschaffen, die zwar in der Wirklichkeit nicht drehbar wären, aber durch die Technik trotzdem realistisch wirken. Eine virtuelle Kamera kann z.B. in digital erzeugten Kulissen ohne jegliche räumliche Beschränkungen, welche ein realer Dreh mit sich bringen würde, selbst die unmöglichsten Positionen einnehmen.²⁷⁰

²⁶⁵ vgl. Gierke 2000, 94

²⁶⁶ vgl. Richter 2008, 58

²⁶⁷ vgl. Gööck 2004, 47

²⁶⁸ vgl. Richter 2008, 181 f.

²⁶⁹ vgl. Gierke 2000, 65 ff,

²⁷⁰ vgl. Gierke 2000, 131 f.

Dies eröffnet dem Spielfilm eine so große Anzahl an Möglichkeiten, dass genau überlegt werden sollte, inwieweit es überhaupt nötig ist, diese auch auszunutzen. Nur weil etwas digital bildlich dargestellt werden kann, heißt es nicht automatisch, dass der Film dadurch eine größere Wirkung beim Zuschauer erzielt. George Lucas fügte z.B. in der digital überarbeiteten Fassung seiner ersten drei *Star Wars*-Filme digital erzeugte Szenen hinzu, deren Umsetzung in der Originalfassung damals noch nicht möglich war. So kommt in der Urfassung von *Star Wars: The Empire Strikes Back* in einer Szene in einer Eishöhle ein Monster vor, das immer nur kurz und nie in voller Größe gezeigt wird. Dies erzeugt beim Zuschauer eine recht hohe Spannung, da es ungewiss ist, was genau den Protagonisten in dieser Höhle bedroht. In der digital überarbeiteten Fassung wird dieses Monster zwar in voller Größe computeranimiert gezeigt, die gesamte Szene verliert dadurch jedoch ein großes Maß an Spannung, da nun klar ist, was die Bedrohung ausmacht. Nur weil etwas machbar ist, sollte es nicht auch gleich gemacht werden, da die Vorstellungskraft der Zuschauer deutlich wirkungsvoller ist als der beste digitale Effekt.²⁷¹

Als Ausgangsmaterial für die visuellen Effekte sind die digital aufgenommenen Bilder am besten geeignet. Außer, dass die Abtastung entfällt, können schon direkt am Set einzelne Effekte getestet werden, wie z.B. ob das Keying einer Einstellung in Kombination mit dem visuellen Effekt wie gewünscht funktioniert. So können sofort am Set Fehler wie eine ungleichmäßige Ausleuchtung erkannt und behoben werden²⁷². Wichtig ist dabei nur, dass die Bilddaten unkomprimiert aufgezeichnet werden, um die nötige Qualität für die Nachbearbeitung zu erhalten^{273, 274}.

Von den analogen Filmformaten ist der 35mm-Film am besten für das Digital Lab geeignet. Das Verhältnis der Bildgröße zur Körnung und den bei der Speicherung anfallenden Datenmengen ist optimal in der Handhabung. Das Material enthält für die Nachbearbeitung genügend Auflösungsreserven, um so in 2, 4, 6 oder sogar 8K abgetastet werden zu können. Bei Realszenen ohne aufwändige Nachbearbeitung wird in der Regel mit einer 2K-Auflösung gearbeitet, für Titel- und andere Effekteinstellungen wird in der Regel eine Auflösung von 4K eingesetzt²⁷⁵. 16mm-Film ist für den Einsatz im Digital Lab nur bedingt geeignet, da gegenüber dem 35mm-Material der Bildstand deutlich schlechter und die Körnung des Films zu stark ist.

²⁷¹ vgl. Gierke 2000, 137 f.

²⁷² vgl. Bertram 2005, 251

²⁷³ vgl. Bertram 2005, 250

²⁷⁴ vgl. Bertram 2005, 242 f.

²⁷⁵ vgl. o.V. Film&TV Kameramann 6/2008, 73

Die am Computer generierten Bilder müssen erst aufwändig an die Körnung angeglichen werden. Für TV-Auswertungen ist der 16mm-Film gerade noch akzeptabel, für die Projektion im Kino ist er nicht geeignet. 65mm-Filme übertreffen den 35mm-Film zwar deutlich in der Auflösung, die dabei entstehenden Datenmengen sind aber so groß, dass eine Handhabung im Digital Lab nur sehr schwierig und mit sehr hohen Kosten verbunden ist.²⁷⁶

Meilensteine der digitalen Postproduktion

Mit den Mitteln der analogen Tricktechnik wurden noch bis zum Beginn des neuen Jahrtausends die visuellen Effekte in die Filme integriert. Die ersten CGIs konnten auf diese Weise schon 1977 in den *Star Wars*-Filmen eingesetzt werden. Im Film *Tron* von 1982 wurden dann zum ersten Mal Schauspieler in computergenerierte Kulissen integriert. Der erste Film, der komplett digital bearbeitet wurde und direkt aus dem Computer auf Film ausbelichtet wurde, war dann 1990 der Zeichentrickfilm *The Rescuers Down Under* von Disney. Das komplette DI-Verfahren wurde 1993 zuerst für die digitale Restauration des Film *Snow White and the Seven Dwarfs* aus dem Jahr 1937 eingesetzt. Das Original wurde abgetastet, digital überarbeitet und neu auf Film ausbelichtet. Der erste große Spielfilm, der digital bearbeitet wurde, war 1998 *Pleasantville*. Die extremen Farbeffekte einzelner Szenen waren mit den begrenzten Mitteln der Farbkorrektur in Filmkopierwerken nicht herstellbar, sodass nur die digitale Nachbearbeitung zur Wahl stand. Die Arbeit an diesen Szenen entsprach aber noch mehr der Erzeugung visueller Effekte als der bloßen Farbkorrektur. Der erste vollständig digital abgetastete, nachbearbeitete und auf Film ausbelichtete Spielfilm war im Jahr 2000 *O Brother, Where Art Thou?*. Bei diesem wurde erstmals die komplette Postproduktion auf einen digitalen Arbeitsablauf umgestellt. Neben den umfangreicheren Farbkorrekturen konnte der Film ebenfalls qualitativ deutlich hochwertiger vom mit Standardlinsen gedrehten 35mm-Negativ in ein anamorphotisches 35mm-Breitbildformat umgerechnet werden.²⁷⁷

²⁷⁶ vgl. Bertram 2005, 237 ff.

²⁷⁷ vgl. Kennel 2007, 86 f., vgl. Swartz 2005, 51 f.

5 Auswirkungen der Digitaltechnik auf die Produktion

5.1 Bildästhetische Auswirkungen

Im Zuge der technischen Weiterentwicklung von Kameras stellt sich die Frage, was die perfekte Bildqualität für Spielfilmproduktionen ausmacht. Aus der reinen technischen Sicht betrachtet bestünde das perfekte Filmbild aus einem genauen Abbild der Realität, so wie es das menschliche Auge wahrnimmt. Aus der Sicht eines Kameramannes würde dies jedoch das Ende der Bildgestaltung, wie sie heute bekannt ist, bedeuten. Da das technisch perfekte Bild von vorne bis hinten durchgängig scharf ist, besteht z.B. nicht mehr die Möglichkeit, den Blick des Zuschauers durch Schärfeverlagerungen bewusst zu führen. Dies ist nur ein Beispiel, wie der technische Fortschritt die künstlerische Freiheit auch einschränken kann. Bis heute ist es zwar noch nicht so weit gekommen, aber es sind schon jetzt für den Zuschauer sichtbare Unterschiede zwischen analog und digital aufgenommenen Filmbildern zu erkennen. Die charakteristischen Bildeigenschaften der beiden Medien werden unter den Begriffen Film- und Videolook zusammengefasst.²⁷⁸

Der Look des jeweiligen Mediums wird durch nichts weiter als die technischen Beschränkungen gegenüber dem theoretisch perfekten Bild bestimmt. Diese Einschränkungen ermöglichen erst die bewusste Einflussnahme auf einzelne Bildparameter, wie z.B. Blende oder Schärfe. Da sowohl die analoge, als auch die digitaleameratechnik sich schon immer weiterentwickelt hat, hat sich der Look parallel auch immer mit weiterentwickelt²⁷⁹. Besonders die starken technischen Beschränkungen der Fernsehnormen gegenüber der Qualität von Kinofilmen führten bisher dazu, dass besonders der Begriff des Elektronik- oder auch Videolooks mit negativen Assoziationen in Verbindung gebracht wird. Die heutigen Videokameras für professionelle Kinematographie sind jedoch nicht länger an diese Normen gebunden, wodurch sich der Videolook in den letzten Jahren besonders stark verändern konnte²⁸⁰.

Da der Kinofilm die Königsklasse der Spielfilmproduktionen darstellt, wurde der damit verbundene Look des bisher meist eingesetzten 35mm-Films gleichzeitig zum Maß der Dinge. Der Filmlook stellt die höchste von Filmemachern anzustrebenden Bildästhetik dar, obwohl der Dreh auf Film ebenso wie auf Video eine Vielzahl von Einschränkungen bei der Bildqualität bedeutet. In der Regel ist es eine reine Kostenfrage, ob ein Spielfilm auf

²⁷⁸ vgl. Slansky 2004, 93 f.

²⁷⁹ vgl. Slansky 2004, 94

²⁸⁰ vgl. Slansky 2004, 96

Film gedreht werden kann, oder zwangsweise mit Videokameras und dem damit verbundenen Videolook gestaltet werden muss. Ließe man Filmemachern die freie Wahl, so würde sich heute die Mehrheit für den Filmlook entscheiden.²⁸¹

Zu den wichtigsten Merkmalen des typischen Filmlooks gehören u.a. die Kornstruktur des Filmmaterials, die hohe Kontrastdynamik, die geringe Schärfentiefe, der instabilere Bildstand und die Empfindlichkeit des Filmstreifens gegenüber Beschädigungen. Der Videolook ist im Gegensatz dazu von Pixelrastern, geringem Kontrastumfang, sehr hoher Schärfentiefe und einem „technisch zu sauberen“ Bild geprägt.²⁸²

Die vom menschlichen Sichtfeld abgeleitete Normalbrennweite eines Objektivs ist immer abhängig von der Größe der Aufnahme­fläche. Je größer die Fläche ist, desto länger ist die Normalbrennweite. Da die Schärfentiefe mit längeren Brennweiten immer geringer wird, ist für die Bildgestaltung auch ein großes Bildfenster von Vorteil. Bei 35mm-Kameras liegt die Normalbrennweite ca. bei 32mm bis 40mm. Durch die kleineren Sensoren der älteren Videokameras liegt die Normalbrennweite bei ihnen nur bei ca. 14mm bis 16mm. Dies bedeutet, dass beim selben Bildwinkel die Tiefenschärfe deutlich größer ist, was die Bildgestaltung einschränkt. Es bleiben dann nur noch die Möglichkeiten, die Schärfentiefe über eine offenere Blende oder längere Brennweiten wieder zu verringern.²⁸³

Das filmtypische Kornrauschen gehört ebenfalls zu den am häufigsten von Videofilmen vermissten Eigenschaften. Im Gegensatz zum starren Pixelraster eines Bildsensors sind die lichtempfindlichen Filmkörner willkürlich in der Emulsion verteilt, sodass sich deren Anordnung von Bild zu Bild unterscheidet. Durch diese dynamische Anordnung sind im Film anders als beim Video keine einzelnen Bildpunkte erkennbar. Bei sehr hohen Filme­mpfindlichkeiten mit sehr großen Körnern wird deren dynamische Struktur deutlicher sichtbar. Das Kornrauschen des Films fällt am meisten in den Mitteltönen auf, während das durch die analogen Bauteile eines Bildsensors verursachte elektronische Bildrauschen eher die dunklen Bildanteile betrifft. Die gleichmäßige Rasterung der Bildsensoren begünstigt ebenfalls die bei Film nicht auftretenden Alias-Fehler.²⁸⁴

Der deutlich höhere Kontrastumfang eines Films führt auch unter schwierigen und extremen Lichtsituationen zu besseren Aufnahme­ergebnissen. Durch das begrenzte Videosignal kommt es bei zu hellen Bildantei-

²⁸¹ vgl. Slansky 2004, 96

²⁸² vgl. Slansky 2004, 97 f.

²⁸³ vgl. Coulanges 2008, 159 f.

²⁸⁴ vgl. Slansky 2004, 98 ff.

len schnell zu ausbrennenden Lichtern, in denen keine Zeichnung mehr vorhanden ist, sodass auch in der Postproduktion das Bild nicht gerettet werden kann²⁸⁵. Mit Hilfe der Knee-Funktion und des Black-Stretch lässt sich der Kontrastverlauf bei guten Videokameras heute dem Film angleichen. Der kleinere Farbraum der meisten Videokameras trägt ebenso zum Look bei. Durch die gröbere Quantisierung der Farbabstufungen ist ihr Farbumfang dem Film deutlich unterlegen²⁸⁶.

Beschädigungen und Bildstörungen bei Filmmaterialien wirken sich in der Regel nicht für den Zuschauer offensichtlich wahrnehmbar aus. Zu den häufigsten Bildbeeinträchtigungen gehören Staub und Fusseln auf dem Filmstreifen oder Bildstandsfehler, die in der Projektion zwar vergrößert abgebildet erscheinen, durch ihre organische Herkunft aber nicht so sehr störend wahrgenommen werden. Anders ist dies bei digitalen Bildstörungen, die keine organische Herkunft haben. Bei Beschädigung oder unvollständig lesbaren Daten kommt es meist zu Bildartefakten und Klötzchenbildung im Bild. Auch die Bildfehler, die im Sensor produziert werden, wie z.B. der Smear-Effekt, tragen zum Videolook entschieden bei. Diese Fehler fallen den Zuschauern deutlich stärker auf und werden deshalb auch als störender empfunden. Weitere für den Videolook typische negativ wahrgenommene Faktoren sind die bei zu hoher Datenkompression entstehenden Bildartefakte sowie die durch die elektronische Kantenüberhöhung unnatürliche Bildschärfe.²⁸⁷

Die Wahrnehmung und Empfindung des Film- oder Videolooks ist stark von den Sehgewohnheiten der Zuschauer abhängig. Die positiven Empfindungen beim Betrachten des Filmlooks sind stark von der jahrelangen Gewöhnung im Kino daran abhängig, da das Ansehen eines Films dort in der für den Zuschauer besten Qualität geboten wird. Den Videolook sind die Zuschauer bislang nur aus dem Fernsehen gewohnt. Der Look kann sich aber auch unbewusst auf die Glaubwürdigkeit der Inhalte auswirken. Da Nachrichtenbilder heute mit Videokameras gedreht werden, ist der Zuschauer in diesem Bereich an den Videolook gewöhnt. Würden jetzt die Nachrichten ebenfalls mit der gleichen Bildästhetik des Filmlooks produziert werden, würden die Zuschauer die Echtheit des Gesehenen sofort anzweifeln, da sie solche Bilder nur von fiktionalen Inhalten gewohnt sind. Anders herum erzeugen Spielfilme, die mit Videokameras gedreht wurden, eine deutlich höheren Realitätsgrad, wie z.B. der Film *Blair Witch Project*, der durch den Videolook, im Kontrast zum ebenfalls eingesetzten 16mm-

²⁸⁵ vgl. Slansky 2004, 103 f.

²⁸⁶ vgl. Slansky 2004, 107

²⁸⁷ vgl. Slansky 2004, 102 f.

Material, erst seinen scheinbar dokumentarischen Charakter erhält. Dieser Einfluss des Looks eines Mediums auf den Inhalt darf bei einer Produktion nicht vernachlässigt werden.²⁸⁸

Neben all diesen technischen und wahrnehmungspsychologischen Faktoren stellt der Look weiterhin auch eine subjektive Geschmacksfrage dar. Während die einen den reinen und elektronischen Look der Videokameras bevorzugen, geht für die anderen nichts über das Filmbild mit seinen kleinen Fehlern. Regisseur Dominik Graf beschreibt als Befürworter des Filmlooks seine Einstellung gegenüber der digitalen Bildaufzeichnung sehr drastisch:

„Das Beste am Filmmaterial ist das Positiv. Und das 16mm-Positiv ist immer dann am besten wenn es rau, hart, körnig ist, wenn es [...] bis ans Limit gepusht wird. [...] Das einzig Gute an der Digitalisierung der Bilder ist für mich nach wie vor die MiniDV-Kamera. Ihre Bilder sind gleichsam leicht, manchmal zu weich, sie ähneln aber sozusagen einer überbelichteten Super8-Kamera-Ästhetik. [...] Wenn man auch noch beim Drehen Filterungen verwendet, damit die Gesichter der Leute nicht aussehen wie Leberkäse in der Mikrowelle - dann ist die MiniDV [...] eine echte Bereicherung. [...] Die Arbeit mit dem gestochenen hyperscharfen HDTV-Bild ist dagegen zum Kotzen, finde ich. Man hat noch viel größeren Belichtungsärgern als man früher beim einstmaligen unempfindlichen Filmmaterial hatte - und das HDTV-Bild sieht letzten Endes in den Details [...] immer elektrisch aus.“²⁸⁹

Da der Dreh auf Film für Spielfilmproduktionen mit kleinerem Budget, wie z.B. TV-Filme, heute zu teuer geworden ist, gibt es eine Vielzahl von Hilfsmitteln, um auch Videomaterial den Filmlook zu geben. Der Look ist dadurch nicht mehr so starr an das Medium gebunden wie früher. Durch die digitale Technik können die Videobilder nachträglich einige Eigenschaften von Filmbildern erhalten, aber auch Filmbilder umgekehrt an Videobilder angeglichen werden, sodass die bestimmte Wirkung eines Looks fast mit jedem professionellen Medium erzeugt werden kann.²⁹⁰

Zu den beliebtesten Methoden, Videokameras den Filmlook zu verleihen, gehört der Einsatz eines 35mm-Adapters, der es ermöglicht, 35mm-Objektive für Filmkameras auch an Videokameras zu benutzen, egal wie groß deren Sensor ist. Durch eine rotierende Mattscheibe, die zwischen Filmobjektiv und Videobjektiv angebracht wird, entsteht zusätzlich zu der geringeren Schärfentiefe auch eine einstellbare Körnung des Bildes, die das typische Filmkorn imitiert.²⁹¹

²⁸⁸ vgl. Gierke 2000, 125 f.

²⁸⁹ Graf 2008, 176

²⁹⁰ vgl. Richter 2008, 56

²⁹¹ vgl. Film&TV Kameramann 3/2009, 113

Aber auch ohne den Einsatz des teuren Adapters und der teuren Filmobjektive wird der typische Videolook mit anderen Mitteln vermindert. So wurde z.B. in den 1980er Jahren bei den ersten Versuchen mit analogem HDTV die zu hohe Bildschärfe durch künstlich erzeugten Nebel im Studio abgemildert, da die Bilder noch zu „clean“ waren²⁹². Andere Kameraleute heben auch schon einmal zusätzlich die Signalverstärkung um 6dB an, um das Rauschen der Filmbilder zu simulieren²⁹³.

Besonders bei CGIs, die in Filmbilder integriert werden sollen, ist die Anpassung der brillanten Computergrafiken an den gröberen Film unbedingt notwendig, da diese sich sonst nicht harmonisch in den restlichen Film einfügen und vom Zuschauer auch als unnatürliches, nicht ins Bild gehörendes Element, wahrgenommen werden. Um dies zu verhindern, wird den CGIs nachträglich das Kornrauschen digital hinzugefügt.²⁹⁴

Die Gewöhnung des Zuschauers geht sogar soweit, dass selbst in Animationsfilmen die eigentlich perfekten und störungsfrei erzeugten Bilder in aufwendigen und teuren Verfahren einen künstlichen Filmlook hinzugefügt bekommen. So brachte z.B. bei *Disney Pixars* Animationsfilm *WALL-E* ein Filmkameramann zu Beginn der Arbeit den 3-D-Animatoren die Arbeitsweisen bei einem realen Spielfilmdreh und die dabei zu berücksichtigenden typischen Eigenschaften des Filmlooks durch praktische Übungen an einer Filmkamera näher. Die Computerdesigner bekamen so selbst auch ein Gefühl dafür, was es bedeutet, einen realen Film zu drehen, so dass sie dessen typische Eigenschaften, wie z.B. die Tiefenschärfe, digital noch realistischer nachbilden konnten. Selbst die durch anamorphotische Objektive oval verzerrten Lichtpunkte in den Unschärfen wurden digital simuliert, um den Eindruck zu erwecken, dieser Spielfilm wäre real mit Kameras gefilmt worden.²⁹⁵

5.2 Work Flow

Der Einsatz digitaler Technik verändert trotz der Bestrebungen, die bisherige Personalstruktur am Set beizubehalten, die Arbeitsabläufe je nach eingesetztem Kamerasystem zum Teil erheblich. Die Aufgaben des ersten und zweiten Kameraassistenten verändern sich am meisten. Zu den neuen Aufgaben gehört so z.B. das Aufstellen und Einmessen des Vorschauemonitors für die Beurteilung des HD-Bildes. Dies ist besonders bei Kameras wichtig, deren elektronische Sucher nur ein Schwarz-Weiß-Bild oder nicht

²⁹² vgl. Dicks 2008, 179

²⁹³ vgl. Wheeler 2007, 12

²⁹⁴ vgl. Stalf 2004, 219

²⁹⁵ vgl. Disney 2009

die volle Auflösung anzeigen. Auch wenn das Einlegen und Auslegen des Negativs für den Materialassistenten entfällt, müssen die aufgenommenen Daten dennoch am Set gesichert werden. Je nach Aufnahmemedium sieht der genaue Arbeitsablauf anders aus, sodass die heutigen Assistenten eine deutlich umfassendere Kenntnis über die vielen verschiedenen Medien besitzen müssen, um weiterhin in allen Spielfilmproduktionen eingesetzt werden zu können.²⁹⁶

Die Verfügbarkeit des hochaufgelösten Vorschaubildes bedeutet zusätzlich einen spürbaren Verlust der Verantwortung des Kameramannes, da nun alle am Set, in erster Linie aber der Regisseur, direkt auf die Bildgestaltung Einfluss nehmen können, indem sie Korrekturwünsche aufgrund des Vorschaubildes deutlich leichter äußern können. Die bisherigen Videoauspiegelungen der Filmkameras waren qualitativ noch nicht so hochwertig, als dass sich der Regisseur einen richtigen Eindruck vom Bild machen konnte. Lediglich die Kadrierung und die Leistung der Schauspieler kann damit akzeptabel beurteilt werden. Regisseur und Kameramann sollten sich daher vorher darauf einigen, inwieweit in den Kompetenzbereich des anderen eingedrungen werden darf, damit es nicht zu Streitigkeiten am Set kommt.²⁹⁷

Da die Materialkosten bei den meisten eingesetzten Videoformaten deutlich geringer sind als bei einem Dreh auf Film, besteht deutlich einfacher und vor allem auch günstiger die Möglichkeit, einzelne Aufnahmen zu wiederholen. Der Druck, den sonst das teure, durch die Kamera laufende Filmmaterial auf das Team ausübt, fehlt bei digitalen Spielfilmproduktionen, sodass oftmals die Gesamtkonzentration am Set sinkt. Diesem Effekt muss durch eine stärkere Disziplin am Set entgegengewirkt werden.²⁹⁸

5.3 Voraussetzungen für die Verdrängung des analogen Films

Damit die digitale Filmtechnik die Chance bekommt, den analogen Film einmal vollständig zu verdrängen, bedarf es erst bestimmter Voraussetzungen. Zu den wichtigsten zählen sowohl die Vorteile, die der Zuschauer unmittelbar durch die neue Technik hat, als auch die Kostenersparnisse für die Produktionsfirma.

Der durchschnittliche Kinozuschauer ist in der Regel nicht an der bei der Produktion und Wiedergabe eingesetzten Technik interessiert. Er sieht sich einen Film ausschließlich wegen des Inhalts an. Die Versuche, den Zuschauer nur mit neuer spektakulärer Kinotechnik zu überzeugen, waren,

²⁹⁶ vgl. Wheeler 2007, 27 f.

²⁹⁷ vgl. Gierke 2000, 134

²⁹⁸ vgl. Slansky 2004, 118

wie es die Geschichte zeigt, nie von langem Erfolg gekrönt. Er möchte stattdessen wie gewohnt auch in Zukunft einen Spielfilm entspannt im Kino ansehen können, ohne dabei besonderen Anstrengungen unterworfen zu sein, wie z.B. das obligatorische Tragen der unangenehmen 3-D-Brillen für 3-D-Spielfilme. Einzig und allein von überzeugenden neuen Inhalten oder deutlich geringeren Preisen, ermöglicht durch die Digitaltechnik, wird der Zuschauer auf lange Sicht wirklich profitieren.²⁹⁹

Die Produktionskosten liegen bei Film und Video heute noch zu dicht beieinander. Je nachdem wie aufwändig die Produktion ist, kann es heute noch günstiger sein, auf Film zu drehen. Zu den Vorteilen zählen dabei z.B. die geringeren Kosten durch eine weniger aufwändige Beleuchtung³⁰⁰. Aber auch die erhofften Ersparnisse bei der Postproduktion wirken sich in der Realität bei Videoproduktionen nicht so positiv auf die Gesamtbilanz aus, wenn der Kameramann vorher am Set dafür deutlich mehr Zeit brauchte, um die Kamera einzustellen und das Bild anzupassen. In vielen Fällen wäre es am Ende doch günstiger gewesen, auf Film zu drehen und die Bildparameter in der Postproduktion zu beeinflussen³⁰¹. Wenn keine digitalen Effekte in einen Film eingefügt werden sollen, ist die Produktion auf Film mit konventioneller Postproduktion im Kopierwerk im Vergleich zum Digital Lab weiterhin deutlich günstiger.

Die größten Vorteile der digitalen Kinematographie liegen bisher in der Produktionsvorbereitungsphase, in der die computergestützten Hilfsmittel eine deutlich genauere Kostenkalkulation ermöglichen. Durch digitale Studiosets kann die digitalisierte Spielfilmproduktion die Arbeit am Set aber auch beschleunigen, da keine aufwendigen Außenmotive mehr abgedreht werden müssen. Die Digitalisierung bewirkt somit eine Tendenz zur Rückkehr ins Studio, ähnlich der damaligen Studio-Ära, nur dass heute die digitalen Kulissen die realen Kulissen fast genau so gut, aber dafür günstiger, ersetzen können.³⁰²

Die Anschaffungs- und Mietpreise liegen heute in der Regel bei der Digitaltechnik noch über denen für analoge Geräte, sodass der Entfall des teureren Filmnegativs sich nicht mehr ganz so stark auf die Bilanz auswirken kann. So lange sich die Kosten der digitalen und analogen Aufnahmetechnik nicht drastisch unterscheiden, wird sie diese in naher Zukunft auch nicht verdrängen können.

²⁹⁹ vgl. Slansky 2004, 32

³⁰⁰ vgl. Kraus 2004, 74

³⁰¹ vgl. Slansky 2004, 119

³⁰² vgl. Gierke 2000, 93

Ein Umstand, der die Umstellung auf die digitale Spielfilmproduktion deutlich vorantreiben könnte, ist die Vollendung der digitalen Produktionskette bis hin zur Kinoprojektion. Durch den Wegfall der teuren 35mm-Kinokopien ist die Verbreitung der Filme deutlich günstiger möglich als bisher, was sich auch positiv auf die Eintrittspreise auswirken kann, wenn die Anschaffungskosten der Digitalprojektoren refinanziert sind³⁰³. Da die Filme dann ohnehin für die Verbreitung digitalisiert werden müssten, lohnt es sich schon von Beginn an die Vorteile einer verlustfreien digitalen Produktionskette auszunutzen. Durch die Schaffung des DCI-Standards ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung getan, da ohne einen einheitlichen Standard die Kinos bisher keine Planungssicherheit hatten, dass ihr Projektionssystem auch in Zukunft noch unterstützt wird³⁰⁴.

Bisher spricht für den Einsatz der analogen Kinokopie noch der sehr hohe Aufwand beim Erstellen einer Raubkopie. Da für die digitale Verbreitung im Internet erst einmal eine 35mm-Kinokopie eingescannt werden muss, ist dieses Medium gegenüber der illegalen Verbreitung recht gut geschützt. Anders wäre dies bei der digitalen Distribution. So lange es nicht ausgeschlossen werden kann, dass die digitalen Filmdaten bei der Projektion von Raubkopierern abgefangen und mitgezeichnet werden können, wird sich der analoge Film halten können. Dazu wären deutlich bessere Kopierschutzmechanismen nötig, die nicht so einfach umgangen werden können wie die aktuellen Kopierschutzmechanismen digitaler Medien.³⁰⁵

³⁰³ vgl. von Staden/Hundsdoerfer 2004, 226

³⁰⁴ vgl. Westerkamp 2004, 253 f.

³⁰⁵ vgl. Slansky 2004, 33 ff.

6 Fazit

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die vielen neuen Möglichkeiten und bisherige Einschränkungen, die eine digitale Spielfilmproduktion mit sich bringt, einander gegenüberzustellen, um einschätzen zu können, wie die weitere Entwicklung in der Zukunft aussehen könnte. Beispiele aus der Filmgeschichte zeigen, wie schwer es neue Technologien haben, sich auf dem Markt dauerhaft durchsetzen zu können. Viele Ansätze, die die digitale Kinematographie heute verfolgt, sind schon deutlich älter, konnten jedoch mangels einer ausgereiften Technik früher nicht befriedigend umgesetzt werden. Mit der heutigen Digitaltechnik ist erstmals eine echte Alternative zum Einsatz des analogen Filmstreifens bei einer Spielfilmproduktion vorhanden.

Der analoge Film stellt heute aber noch für die meisten Spielfilmproduktionen das Mittel der Wahl dar. Er bietet nach wie vor, was die Auflösung und Kontrastwiedergabe betrifft, die beste verfügbare Bildqualität. Die modernen Filmemulsionen ermöglichen selbst in schwierigen Aufnahmesituationen ausgezeichnete Bilder. Der Umgang mit der Filmtechnik hat sich seit Jahrzehnten kaum verändert, sodass deren Einsatz für die Kamerteams eine absolute Routine darstellt. Auch die typischen technischen Schwächen des Mediums haben sich zu einem durchweg sehr beliebten Look entwickelt, der auch in Zukunft für die Bildgestaltung von Bedeutung sein wird.

Die immer besser gewordenen digitalen Kamerasysteme können durch ihre geringen Materialkosten und die sofortige Verfügbarkeit der Bilder am Set aber heute immer mehr Filmemacher davon überzeugen, auf die Digitaltechnik umzusteigen. Die digitale Postproduktion im Digital Lab ist mittlerweile schon für alle großen Spielfilmproduktionen zum Standard geworden. Durch den digitalen Dreh kann so die teure Abtastung des Negativs vermieden werden. Lediglich die Auflösung und Kontrastwiedergabe vieler digitaler Filmkameras kommt bis heute nicht an die Qualität des Films heran.

Der Film bleibt damit erst einmal das bedeutendste Aufnahmemedium in der Kino- und gehobenen TV-Filmproduktion³⁰⁶. Oscarprämierte Hollywoodproduktionen, wie *Slumdog Millionaire* oder der ebenfalls digital gedrehte Film *The Curious Case of Benjamin Button*, beweisen, dass aber selbst in Hollywood die digitale Kinematographie langsam immer bedeutender wird.

Neben der sich immer weiterentwickelnden Videoelektronik darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass auch die analoge Filmtechnik

³⁰⁶ vgl. Kraus 2004, 84

durch den Einsatz elektronischer Bauteile ständig verbessert wird. So existieren heute für die 35mm-Kameras elektronisch gesteuerte Schärfezieh-einrichtungen, die digital programmiert werden können, oder auch digitale Filmklappen, die direkt in der Kamera die wichtigsten Metadaten des Systems mit auf den Film belichten können. Beide Systeme werden sich in den nächsten Jahren weiterhin ein Kopf-an-Kopf-Rennen bei den technischen Möglichkeiten liefern.³⁰⁷

Für kleinere TV-Produktionen, die bisher noch auf 16mm-Film gedreht wurden, bietet sich mit den aktuellen HD-Kameras viel eher eine sehr gute und preisgünstige Alternative als für die 35mm-Kameras an. Die HDTV-Auflösung erfordert heute ein feineres Bild, als es der grobkörnige 16mm-Film bieten kann. Die aktuellen Videokameras sind in diesem Fall oftmals in Bildqualität und Kosten deutlich überlegen. Auch kleinere Produktionsfirmen können davon profitieren. Für diese wäre ein teurer Dreh auf 16mm meist ohnehin nicht in Frage gekommen, mit Hilfe der Digitaltechnik lassen sich nun aber auch mit relativ kleinen Budgets qualitativ hochwertige Spielfilme produzieren.³⁰⁸

In der Postproduktion ist die Digitalisierung schon deutlich weiter vorangeschritten. Die erweiterte Funktionspalette ermöglicht deutlich umfangreichere Bildkorrekturen und erleichtert den Einsatz visueller Effekte. Die digitale Postproduktion wird in naher Zukunft sowohl in den analog, als auch in den digital produzierten Filmen erst einmal parallel mit den gleichen Werkzeugen zum Einsatz kommen.³⁰⁹

Ein genauer Zeitpunkt für das endgültige Aus des analogen Films ist nicht vorherzusagen. Er hängt davon ab, wann die Bildqualität der Sensoren höher als bei einer Kinokopie am Ende der analogen Produktionskette ist. Solange dies noch nicht der Fall ist, werden hauptsächlich neugierige und technisch interessierte Filmemacher die digitale Kinematographie ausprobieren³¹⁰. Langfristig wird sich dann das Kamerasystem durchsetzen, das für die Umsetzung der kreativen Ideen der Filmemacher am besten geeignet ist³¹¹. Das bedeutet, dass die bisherigen Ideen einfacher realisiert werden können müssen und die Umsetzung ganz neuer Ideen ermöglicht wird. Die Produktionsprozesse müssten deutlich schneller als bisher ablaufen können und am Ende auch weniger Kosten verursacht haben. Da sich

³⁰⁷ vgl. Kraus 2004, 85

³⁰⁸ vgl. Slansky 2004, 69

³⁰⁹ vgl. Kraus 2004, 84 f.

³¹⁰ vgl. Gööck 2004, 43

³¹¹ vgl. Kraus 2004, 91

heute keine Tendenz zeigt, welches Kamerasystem diese Faktoren in sich als erstes vereinen wird, ist eine genaue Prognose unmöglich.

Dass der bloße Einsatz eines technologischen Spektakels im Kino auf Dauer keinen Erfolg hat, beweisen die geschichtlichen Misserfolge. Ohne angemessene kreative Inhalte ist der anfängliche Effekt des Staunens schnell verfliegen und die Technik verkommt zu einem Nischen- oder Attraktionskino. Der erneute Versuch, 3-D-Filme mit Hilfe der Digitaltechnik im Kino flächendeckend einzuführen, ist daher ein interessanter Vorstoß, der, wenn aus den historischen Fehlern die Lehren gezogen wurden, diesmal eine deutlich höhere Überlebenswahrscheinlichkeit haben wird.³¹²

Eines wird sich in der Geschichte der Filmproduktionen niemals ändern: Die Qualität eines Spielfilms hängt auch weiterhin in erster Linie von der Kreativität des Filmemachers ab. Diese wird in Zukunft immer mehr von Bedeutung sein, da es mit zunehmend voranschreitender Technik immer weniger technische Beschränkungen bei der Umsetzung der Ideen geben wird. Die Computertechnik zeigt schon heute, welche eindrucksvollen künstlich erschaffenen Welten die Spielfilme bereichern können. Es wird daher in Zukunft einmal alles verfilmbar sein, was vorstellbar ist.³¹³

Die Filmsprache wird sich in Zukunft aber keinesfalls komplett verändern, da sich die Technik bei weitem nicht auf alle Elemente der Filmsprache auswirkt. Auch in Zukunft werden die Inszenierung und die Montage, die beide von der Digitalisierung unbeeinflusst sind, wie heute schon die wichtigsten Gestaltungsmittel in einer Spielfilmproduktion bleiben.³¹⁴

Die vielfältigen Meinungen der Filmemacher, die in dieser Arbeit gegenübergestellt wurden, spiegeln sehr gut die Komplexität dieses Themas wider. Die meisten Entscheidungen, ob ein Film digital oder analog gedreht werden soll, hängen, abgesehen von der Finanzierung, von subjektiven Vorlieben der einzelnen Personen ab. Von dieser Vielfalt kann der Spielfilm bloß profitieren, da nur so auch in Zukunft eine interessante und breit gefächerte Mischung an unterschiedlichsten Spielfilmen erscheinen wird.

³¹² vgl. Gierke 2000, 159

³¹³ vgl. Gierke 2000, 113

³¹⁴ vgl. Gierke 2000, 179

Literaturverzeichnis

Bücher

- Balga, Wolfgang: DigitalLab - das digitale Filmkopierwerk. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 179-186
- Bertram, Sacha: VFX. Praxis Film. Band 22. Konstanz 2005
- Bloss, Hans: Die digitale Netzhaut - Bildsensoren für eine digitale Filmkamera. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 123-141
- Capelle, Louis-Philippe: 't was a dark night. The Making of Nuit Noire. In: Kirchner, Andreas (Hrsg.)/Prümm, Karl (Hrsg.)/Richling, Martin (Hrsg.): Abschied vom Zelluloid? Beiträge zur Geschichte und Poetik des Videobildes. Marburg 2008, 147-151
- Carr, Robert E./Hayes, R.M.: Wide Screen Movies. A History and Filmography of Wide Gauge Filmmaking. Jefferson 1988
- Case, Dominic: Film Technology in Post Production. 2. Aufl. Oxford 2001
- Coulanges, Rolf: Digitale Kinematografie: Erfahrungen mit der Arriflex D-20. In: Kirchner, Andreas (Hrsg.)/Prümm, Karl (Hrsg.)/Richling, Martin (Hrsg.): Abschied vom Zelluloid? Beiträge zur Geschichte und Poetik des Videobildes. Marburg 2008, 152-175
- Dicks, Hans-Günther: Der Kritiker im Pixelcircus - ratlos? Reaktionen der Filmkritik auf die Digitalisierung des Kinos. In: Kirchner, Andreas (Hrsg.)/Prümm, Karl (Hrsg.)/Richling, Martin (Hrsg.): Abschied vom Zelluloid? Beiträge zur Geschichte und Poetik des Videobildes. Marburg 2008, 179-184
- Fößel, Siegfried: Bilderstrom - Datenstrom: Aufzeichnungsverfahren für eine digitale Filmkamera. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 143-159
- Gierke, Christian: Der digitale Film. Filmökonomie und Filmästhetik unter dem Einfluss digitaler Technik. Hamburg 2000
- Gööck, Michael: Sieben Versuche eines Kameramannes, sich dem digitalen Zeitalter zu nähern. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 41-48
- Graf, Dominik: Es sollte eigentlich einen Kampf geben um die raue Schönheit des fotochemischen Bildes kontra die maßlose Banalität des elektronischen Bildes. In: Kirchner, Andreas (Hrsg.)/Prümm, Karl (Hrsg.)/Richling, Martin (Hrsg.): Abschied vom Zelluloid? Beiträge zur Geschichte und Poetik des Videobildes. Marburg 2008, 176-178
- Hahn, Philipp: Mit High Definition ins digitale Kino. Entwicklung und Konsequenzen der Digitalisierung des Films. Marburg 2005
- Haines, Richard W.: Technicolor Movies. The History of Dye Transfer Printing. Jefferson 1993

- Hauerslev, Thomas: How to Create the Best Experience in Your Cinema. In: Polzer, Joachim (Hrsg.): Weltwunder der Kinematographie. Beiträge zu einer Kulturgeschichte der Filmtechnik. Band 5. Berlin 1999, 125-128
- Hochhäusler, Christoph: Francis Ford Coppolas Vision des Electronic Cinema. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 49-58
- Jahn-Sudmann, Andreas/Maier, Tanja: Zwischen Hypermediacy und Immediacy. Zur Ästhetik und Ökonomie der digitalen Kinematographie im amerikanischen Independent-Film. In: Kirchner, Andreas (Hrsg.)/Prümm, Karl (Hrsg.)/Richling, Martin (Hrsg.): Abschied vom Zelluloid? Beiträge zur Geschichte und Poetik des Videobildes. Marburg 2008, 135-146
- Kennel, Glenn: Color and Mastering for Digital Cinema. Digital Cinema Industry Handbook Series. Burlington, Oxford 2007
- Kindem, Gorham/Musburger, Robert: Introduction to Media Production: From Analog to Digital. Boston/Oxford/Johannesburg et al. 1997
- Kodak GmbH Stuttgart, Geschäftsbereich Entertainment Imaging: Digitales Kino - von der Szene auf die Leinwand. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 161-177
- Kornacher, Hans: Technologische Entwicklung von nonlinearer Schnitt, Visual Effects und Computeranimation. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 187-209
- Kraus, Franz: Wie werden Filme morgen und übermorgen gedreht? In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 73-92
- Lewis, John: Whom God Wishes to Destroy... Francis Coppola and the New Hollywood. Durham/London 1995
- Messerschmid, Ulrich: HDTV und digitaler Film - ein gemeinsamer Weg in die Zukunft? In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 59-71
- Missomelius, Petra: Fenster, Gitter und Geflechte: Digitale Technik in der Postproduktion. In: Kirchner, Andreas (Hrsg.)/Prümm, Karl (Hrsg.)/Richling, Martin (Hrsg.): Abschied vom Zelluloid? Beiträge zur Geschichte und Poetik des Videobildes. Marburg 2008, 185-192
- Monaco, James: Film verstehen. Kunst, Technik, Sprache, Geschichte und Theorie des Films und der neuen Medien. 7. Aufl. Reinbek bei Hamburg 2000
- Mulack, Thomas/Giesen, Rolf/Clevé, Bastian (Hrsg.): Special Visual Effects. Planung und Produktion. Produktionsparaxis 10. Gerlingen 2002
- Ohanian, Thomas A./Phillips, Michael E.: Digital Filmmaking. The Changing Art and Craft of Making Motion Pictures. 2. Aufl. Boston/Oxford/Johannesburg et al. 2000
- Polzer, Joachim: Film is over. In: Polzer, Joachim (Hrsg.): Weltwunder der Kinematographie. Beiträge zu einer Kulturgeschichte der Filmtechnik. Band 5. Berlin 1999, 135-152

- Reimer, Georg: Quo vadis Kino? In: Polzer, Joachim (Hrsg.): Weltwunder der Kinematographie. Beiträge zu einer Kulturgeschichte der Filmtechnik. Band 5. Berlin 1999, 129-134
- Reimers, Ulrich: Die HDTV-Diskussion. In: Leonhardt, Joachim-Felix (Hrsg.)/Ludwig, Hans-Werner (Hrsg.)/Schwarze, Dietrich (Hrsg.) et al.: Medienwissenschaft. Ein Handbuch zur Entwicklung der Medien und Kommunikationsformen. Band 3, Berlin 2002, 2232-2241
- Richling, Martin: Streiflichter auf Merkmale und Geschichte der Videokameraästhetik. In: Kirchner, Andreas (Hrsg.)/Prümm, Karl (Hrsg.)/Richling, Martin (Hrsg.): Abschied vom Zelluloid? Beiträge zur Geschichte und Poetik des Videobildes. Marburg 2008, 10-25
- Richter, Sebastian: Digitaler Realismus. Zwischen Computeranimation und Live-Action. Die neue Bildästhetik in Spielfilmen. Bielefeld 2008
- Schumacher, Michael: Francis Ford Coppola. A Filmmaker's Life. New York 1999
- Slansky, Peter C.: Film-Look versus Elektronik-Look - Zur Anmutung des projizierten Bildes. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 93-121
- Slansky, Peter C.: Geschichte und Technologie des bewegten Bildes. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 15-37
- von Staden, Inga/Hundsdoerfer, Beate: Die digitale Zukunft der Kinobranche. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 225-251
- Stalf, Stefanie: Von Heuschrecken und Pixeln - Was haben Visual Effects mit Wahrnehmungspsychologie zu tun? In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 211-221
- Swartz, Charles S.: Understanding Digital Cinema. A Professional Handbook. Burlington, Oxford 2005
- Webers, Johannes: Handbuch der Film- und Videotechnik. Aufnahme, Speicherung, Bearbeitung und Wiedergabe audiovisueller Programme. 7. Aufl. Poing 2002
- Westerkamp, Dietrich: Standardisierung für das digitale Kino. In: Slansky, Peter C. (Hrsg.): Digitaler Film - digitales Kino. Kommunikation audiovisuell. Band 33. Konstanz 2004, 253-270
- Wheeler, Paul: High Definition Cinematography. 2. Aufl. Oxford, Burlington 2007
- Wheeler, Paul: Practical Cinematography. 2. Aufl. Oxford, Burlington 2005

Zeitungen und Zeitschriften

- Film&TV Kameramann. Spielraum dank Datentechnik. SI-2K. 4/2008, 24 ff.
- Film&TV Kameramann. NAB: Trends und Stand der Technik. 5/2008, 54-83
- Film&TV Kameramann. Digitale Einflußnahme, 6/2008, 60-75
- Film&TV Kameramann. Colorist fürs Kino, 6/2008, 86 f.

Film&TV Kameramann. Viel Technik für mehr Raum. 3D Wahrnehmung & Technik. 8/2008, 86-95

Film&TV Kameramann. P+S Technik Pro 35 Bildkonverter. 3/2009, 113-117

Film&TV Kameramann. Vom Korn zum Pixel und wieder zurück. 5/2009, 58-76

Film&TV Kameramann. Neutral bleiben. Cinepostproduktion. 5/2009, 84 f.

Film&TV Kameramann. Arri entwickelt neue Digitalkamera. 6/2009, 34-37

Film&TV Kameramann. Down to Earth. Messebericht NAB. 6/2009, 54-82

Hummel, Volker: "Man entwickelt spezielle Muskeln". In: die tageszeitung, 30.4.2003, 15

Internetquellen

Briegleb, Volker: UCI-Gruppe rüstet Kinos auf digitales 3D um, 13.2.2009, heise online, <http://www.heise.de/newsticker/UCI-Gruppe-ruestet-Kinos-auf-digitales-3D-um--/meldung/132520>, 13.7.2009

Burr, Ty: Industrious Light & Magic. The Revolution is Coming, But Not Quickly Enough for the Jedi Master, 3.5.2001, Interview Entertainment Weekly, <http://www.ew.com/ew/article/0,,108460,00.html>, 20.7.2009

Eda, Hiroki: „Digital Cinema Technology Is Our Technology!“ (1) - Interview with George Lucas (Teil 1), 12.8.2005, Tech-On - Tech & Industrie Analysis from Asia, http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20050812/107622/, 20.7.2009

Eda, Hiroki: „Digital Cinema Technology Is Our Technology!“ (2) - Interview with George Lucas (Teil 2), 12.8.2005, Tech-On - Tech & Industrie Analysis from Asia, http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20050812/107623/, 20.7.2009

Jackman, John: HDV to Film: A Real-World Test, Bilder Kontrastkurve, 6.12.2005, Digital Video, <http://www.dv.com/article/9336>, 16.8.2009

Janssen, Jan-Keno: 3D 2.0. Neuer Anlauf für Stereoskopie im Kino, 21.7.2008, c't Magazin, <http://www.heise.de/ct/Stereoskopie-im-Kino--/artikel/126450>, 8.7.2009

Lindemann, Thomas: James Cameron - Der „Titanic“-Macher erfindet das Kino neu, 1.3.2008, Welt Online, http://www.welt.de/kultur/article1745951/Der_Titanic_Macher_erfindet_das_Kino_neu.html, 4.7.2009

Magid, Ron: An Intricate Post Pipeline. Industrial Light & magic Retools its Technologies to Finish Star Wars:Episode II (Teil 1), 9/2002a, American Cinematographer Magazin, <http://www.theasc.com/magazine/sep02/intricate/index.html>, 20.7.2009

Magid, Ron: An Intricate Post Pipeline. Industrial Light & magic Retools its Technologies to Finish Star Wars:Episode II (Teil 2), 9/2002a, American Cinematographer Magazin, <http://www.theasc.com/magazine/sep02/intricate/page2.html>, 20.7.2009

Magid, Ron: Brave New Worlds. A Group of Cinematographers Assess the Digital Methods They Adopted to Render the Fantastic Scenes and Settings in Star

- Wars: Episode II (Teil 1), 9/2002b, American Cinematographer Magazin,
<http://www.theasc.com/magazine/sep02/brave/index.html>, 20.7.2009
- Magid, Ron: Brave New Worlds. A Group of Cinematographers Assess the Digital Methods They Adopted to Render the Fantastic Scenes and Settings in Star Wars: Episode II (Teil 2), 9/2002b, American Cinematographer Magazin,
<http://www.theasc.com/magazine/sep02/brave/page2.html>, 20.7.2009
- Magid, Ron: Brave New Worlds. A Group of Cinematographers Assess the Digital Methods They Adopted to Render the Fantastic Scenes and Settings in Star Wars: Episode II (Teil 3), 9/2002b, American Cinematographer Magazin,
<http://www.theasc.com/magazine/sep02/brave/page3.html>, 20.7.2009
- Magid, Ron: Exploring A New Universe. George Lucas Discusses His Ongoing Effort to Shape the Future of Digital Cinema (Teil 1), 9/2002c, American Cinematographer Magazin,
<http://www.theasc.com/magazine/sep02/exploring/index.html>, 20.7.2009
- Magid, Ron: Exploring A New Universe. George Lucas Discusses His Ongoing Effort to Shape the Future of Digital Cinema (Teil 2), 9/2002c, American Cinematographer Magazin,
<http://www.theasc.com/magazine/sep02/exploring/page2.html>, 20.7.2009
- Magid, Ron: Exploring A New Universe. George Lucas Discusses His Ongoing Effort to Shape the Future of Digital Cinema (Teil 3), 9/2002c, American Cinematographer Magazin,
<http://www.theasc.com/magazine/sep02/exploring/page3.html>, 20.7.2009
- Pötzsch, Florian: Umstieg erfolgreich: TV in den USA nur noch digital, 14.6.2009, Digital fernsehen, http://www.digitalfernsehen.de/news/news_790467.html, 8.7.2009
- o.V.: 3-CCD Kamera Funktionsprinzip, Zeiss,
[http://www.zeiss.de/C1256B5E0051569F/GraphikTitelIntern/3CCD_grauer_Rahmen/\\$File/3CCD_d_351.gif](http://www.zeiss.de/C1256B5E0051569F/GraphikTitelIntern/3CCD_grauer_Rahmen/$File/3CCD_d_351.gif), 16.8.2009
- o.V.: Acht Oscars für „Slumdog Millionaire“, 23.2.2009, Film-TV-Video,
http://www.film-tv-video.de/newsdetail.html?&no_cache=1&uid=37782&L=, 25.7.2009
- o.V.: Alias-Effekt, Demonstration des Alias-Effekts, Bilder Wikipedia,
<http://de.wikipedia.org/wiki/Alias-Effekt>, 5.8.2009
- o.V.: Anamorphotisches Verfahren, Bilder Wikipedia,
http://de.wikipedia.org/wiki/Anamorphotisches_Verfahren, 16.8.2009
- o.V.: Bayer-Pattern, http://i.cmpnet.com/videsignline/2005/04/Bayer_Pattern.bmp, 16.8.2009
- o.V.: Cinerama System, <http://faculty.mdc.edu/mbeguiri/IndexCineramaSystem.jpg>, 15.8.2009
- o.V.: Euro1080. Mit Euro1080 begann alles, 9/2008, HD+TV online,
http://www.hdplustv.de/hdtv/hd_capsel_30509.html, 15.7.2009
- o.V.: Filmformat (Film), Bilder Wikipedia,
http://de.wikipedia.org/wiki/Filmformat_%28Film%29, 16.8.2009

- o.V.: Drehteam Russian Ark, Homepage Alexander Sokurov,
http://www.sokurov.spb.ru/island_en/images/nws/hermitage_1.jpg, 16.8.2009
- o.V.: Lucasfilm to Shoot Star Wars: Episode II on Digital 24P High Definition,
9.4.2000, Presseerklärung Sony Electronics,
<http://www.bealecorner.com/trv900/sw24p.html>, 20.7.2009
- o.V.: Russian Ark, 2002, Presseheft,
http://www.russianark.de/presse/RA_presseheft.doc, 22.7.2009
- o.V.: Slumdog Millionaire mit SI-2K, 26.2.2009, Professional Production,
http://www.eubucoverlag.de/pp2/archiv/news/09/02-09/09-02-26_10_PSTechnikPille.shtml, 16.8.2009
- o.V.: VistaVision,
http://www.roughlydrafted.com/RD/RDM.Tech.Q2.07/E6C3CC2A-0C4C-4646-87F3-CD45DA1A4A17_files/vistavision.png, 16.8.2009
- Piffel, Anna: Deutsche Technik bahnt der internationalen Filmproduktion Slumdog Millionaire ihren Oscar-Erfolg, 23.2.2009, Presseerklärung P+S Technik,
http://www.digitale-cinematographie.de/dc/images/slumdog_oscars_deu.pdf, 25.7.2009
- Schilling, Daniel: NAB: HD-Kamera "Red One" mit 12-Megapixel-Chip angekündigt, 26.4.2006, Digital Production Magazin,
http://www.digitalproduction.com/dp/news_detail.asp?ID=3557&NS=1, 18.7.2009

sonstige Quellen

- Disney: Die unvollkommene Linse: Wie der Look von WALL-E geschaffen wurde.
In: WALL-E 2-Disc Special Edition DVD, Disc 2: Hinter den Kulissen. 2/2009

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Teile, die wörtlich oder sinngemäß einer Veröffentlichung entstammen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde noch nicht veröffentlicht oder einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Hamburg, den 24.08.2009