

Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades «Master of Arts»
der Philosophischen Fakultät der Universität Zürich

Verfasst im Rahmen des
universitätsübergreifenden Master-Studiengangs *Netzwerk Cinema CH*

Möglichkeiten und Grenzen der Filmstereoskopie

Technik und Gestaltung des 3D-Films
als neue Herausforderung im digitalen Zeitalter

Referentin:
Prof. Dr. Barbara Flückiger

Verfasserin:
Maja Sánchez Ruiz
Matr.-Nr. 03-717-493

Modulbuchung:
FS 2010 - HS 2010

Einreichung:
September 2010

Danksagung

Allen Personen, die zur Realisierung dieser Arbeit beigetragen haben und die mich immerfort unterstützt haben, danke ich herzlich.

Ohne die Hilfs- und Informationsbereitschaft der Filmemacher, Spezialisten und anderer Beteiligter der Filmindustrie – René Gerber, Kemal Görgülü, Roger Koller, Jean-Marc Lamotte, Florian Maier, Bernard Mendiburu, Marino Menozzi, Ilkka Peltola, Nick Sieber und Markus Welter – wäre die Umsetzung dieser Arbeit nicht möglich gewesen.

Ich bedanke mich ausserdem bei Prof. Dr. Barbara Flückiger für die tolle Betreuung des Arbeitsprozesses, die vielen Tipps und die Zurverfügungstellung wichtiger Informationen, und bei Valentin Greutert und Simon Hesse für ihre Unterstützung und Geduld.

Ein besonderer Dank gilt meinem Vater Beat für die wertvollen Tipps, Korrekturanregungen und die gestalterische Unterstützung sowie meiner Mutter Silvia für die Korrekturhilfe. Ebenso bedanke ich mich bei Giulia für die vielen hilfreichen Anregungen.

Von ganzem Herzen danke ich meinem Mann Amado, der meine Launen geduldig ertragen hat und der mir tagtäglich Kraft gegeben hat, diese Arbeit so abzuschliessen, wie sie nun vorliegt.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
1.1 Forschungsinteresse und Fragestellung	6
1.2 Methode	8
1.3 Filmkorpus	8
2. Filmstereoskopie als neue Herausforderung	10
2.1 Wichtige Stationen der Geschichte des S3D-Films	11
2.1.1 Die frühen Jahre	11
2.1.2 Der grosse Boom der 1950er Jahre	14
2.1.3 Die zweite Erfolgswelle	16
2.1.4 Das Revival im 21. Jahrhundert	17
2.2 Kino-Projektionsverfahren	19
2.2.1 Anaglyphenverfahren	20
2.2.2 Doppelprojektion mit linearer Polarisierung	20
2.2.3 Zirkumpolare Polarisierung	21
2.2.4 Shutter-Technik	22
2.2.5 Wellenlängenmultiplex-Technik	23
2.2.6 IMAX und weitere stereoskopische Visionierungsmöglichkeiten	23
2.2.7 Zusammenfassung	24
3. Visuelle Wahrnehmung im Alltag und im Kino	25
3.1 Umgebungswahrnehmung	26
3.2 Räumliches Sehen	27
3.2.1 Monokulare Tiefenhinweise	27
3.2.2 Binokulares Sehen	29
3.2.3 Stereopsis	30
3.2.4 Effizienz der Tiefenhinweise	31
3.3 Bild- und Filmwahrnehmung	32
3.3.1 Zur Geschichte der Filmwahrnehmungstheorien	32
3.3.2 Aspekte der Filmwahrnehmung	34
3.3.3 Die Dreidimensionalität des zweidimensionalen Films	36
3.3.4 Wahrnehmungsräume im Alltag und im Film	38
3.3.5 Zusammenfassung	39

4.	Möglichkeiten und Grenzen der Filmstereoskopie	40
4.1	Grundparameter der Filmstereoskopie	40
4.1.1	Scheinfenster und Stereoraum	41
4.1.2	Stereobasis	42
4.1.3	Objektpositionierung im Stereoraum	45
4.2	Vergenzbewegungen und Akkommodation	49
4.3	Fusionsbereich	50
4.4	Leinwandgrösse und Distanz des Zuschauers zur Leinwand	51
4.5	Kameragrundlagen	52
4.5.1	Binokulare Symmetrie	53
4.5.2	Einfluss von Kameraparametern	55
4.5.3	Kamera- und Objektbewegungen	57
4.6	Aspekte der Bildgestaltung	58
4.6.1	Verletzung des Scheinfensters	61
4.6.2	Schwebendes Scheinfenster	63
4.6.3	Licht im S3D-Film	66
4.7	Die Arbeit mit der Schärfentiefe im S3D-Film	68
4.8	Schnitt	73
4.9	Konvertierung	74
5.	Neue Technik – neue Filmästhetik	77
5.1	Die Bildoberfläche im S3D-Film	77
5.2	Auswirkung der physiologischen Grenzen auf die Filmästhetik	81
5.3	Fazit	83
6.	Schlusswort	85
7.	Anhang	87
7.1	Filmografie	87
7.2	Bibliografie	89
7.3	Weblinks	96
7.4	Interviews und Messe-Präsentationen	97
7.5	Abbildungsverzeichnis	98

1. Einleitung

Der S3D-Film konnte sich während mehr als hundert Jahren Kinogeschichte nie etablieren und erlitt schon zwei produktionselle Untergänge.¹ Der Ausgang des aktuellen, dritten Booms steht noch offen. Das Revival lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt folgendermassen erklären: Die Filmtechnik ist mit der Digitalisierung des gesamten Produktionsprozesses erstmals soweit, dass sich die Herstellung eines S3D-Films von Anfang bis Schluss kontrollieren und beeinflussen lässt und somit eine vorher nie dagewesene Qualität ermöglicht. Einmal mehr in der Geschichte der bewegten Bilder ist die Filmindustrie an einem Punkt angelangt, an dem sie ihre Position in der Unterhaltungsindustrie verteidigen muss, um nicht neben den hoch entwickelten Möglichkeiten des Home-Entertainments unterzugehen. Gleichzeitig ist die Umstellung auf die Stereoskopie eine Möglichkeit der Unterbindung von Filmpiraterie, weil das Format *Digital 3D* dem Privatverbraucher zur Zeit noch nicht zu erschwinglichen Preisen zur Verfügung steht. Dazu treibt der finanzielle Anreiz durch höhere Ticketpreise und grossen Publikumszulauf die technische Umrüstung der Kinosäle voran.

In der Schweiz stehen aktuell 100 von circa 560 Leinwänden in einem mit Digitaltechnik ausgestatteten Kinosaal. Davon sind 94 S3D-fähig, Tendenz steigend (Gerber 2010).² Das Bundesamt für Kultur betont in seiner Jahresbilanz 2009, dass diejenigen Kinobesitzer, die zum richtigen Zeitpunkt auf *Digital 3D* umgerüstet haben, dank erhöhten Eintrittspreisen und dem Verkauf von Brillen von der Wiedereinführung des Formats profitieren konnten. Ausserdem hätten die Aussteller die hohen Investitionen in die zusätzliche Technik bis zu einem gewissen Grad amortisieren können. Die Megaproduktion AVATAR von James Cameron (USA 2009) übertraf weltweit alle Erwartungen und geht neu als erfolgreichster Film aller Zeiten in die Geschichte ein (Swissinfo 2010: o.S.). Im aktuellen Kinojahr 2010 vergeht kein Monat, in dem nicht mindestens ein S3D-Film startet. Die grossen Studios DreamWorks Pictures und Pixar verkündeten schon 2008, dass sie nur noch Filme im S3D-Format produzieren werden (Janssen 2008: o.S.). Auch die europäische Filmindustrie ist auf den S3D-Zug aufgestiegen. Nach dem Kassenschlager STREETDANCE 3D (Max Giva, Dania Pasquini, 2010) aus England kommt bereits im Oktober 2010 die erste grosse deutsche S3D-Produktion DIE KONFERENZ DER TIERE (Reinhard Klooss, Holger Tappe) ins Kino, ab 2011 wird auch der erste Schweizer S3D-Film ONE WAY TRIP 3D (Markus Welter) zu sehen sein.

Gleichzeitig hat die S3D-Technik schnell in die Produktpaletten der Home-Entertainment-Industrie Einzug genommen. Innerhalb von wenigen Monaten hat sich das Thema 3D-TV von einem Nischen-Sektor zum übermedialisierten Marketing-Magnet für das Massenpublikum entwickelt. Seit Frühjahr 2010 sind erste S3D-fähige Fernsehgeräte auf dem Markt erhältlich und seit Juni 2010 auch die erste Blu-ray im S3D-Format (CLOUDY

1 In der Umgangssprache und der Werbung ist vom *3D-Film* die Rede. Um jedoch Verwechslungen mit computerbasierter 3D-Modellierung zu verhindern, wird in der Filmindustrie der Begriff *S3D-Film (stereoscopic 3D-Film)* verwendet (Dashwood 2010: 188).

2 Stand: 19. August 2010. Telefoninterview mit René Gerber, Geschäftsleiter ProCinema Schweiz.

WITH A CHANCE OF MEATBALLS von Phil Lord & Chris Miller, USA 2009). Doch weitere Filme auf Blu-ray werden voraussichtlich erst Ende des Jahres veröffentlicht und S3D-Fernsehinhalte werden zwar vielerorts getestet, sind aber noch nicht mehrheitsfähig (Jurran 2010: o.S.; Gasteiner 2010: o.S.).

Der erneute Erfolg des S3D-Films hat den Unterhaltungskosmos zwar sehr überrascht, aber auch Skepsis hervorgerufen, dass zeitweise nicht genügend S3D-fähige Leinwände zur Verfügung stehen. Die Nachfrage nach Spezialisten ist so gross, dass diese nicht schnell genug ausgebildet werden können. Im Falle der TV-Industrie sind zwar die entsprechenden Abspiel- und Betrachtungsgeräte vorhanden, aber der Inhalt dazu fehlt grösstenteils noch. Zudem ist das Publikum mit einem neuen Filmerlebnis konfrontiert. Der S3D-Film ist eine grundlegend neue Form der Bildwahrnehmung, die zuerst einmal kognitiv erfasst, verarbeitet und verstanden werden muss.

Die Ersten, die sich mit Veränderungen auseinandersetzen müssen, sind die an der Herstellung eines S3D-Films direkt Beteiligten. Für S3D-Spezialist Bernard Mendiburu (2009) ist das neue Format eindeutig eine grosse Herausforderung für die Filmemacher, die nicht unterschätzt werden darf. Schon der Drehbuchautor muss seine Geschichte so schreiben, damit sie der zusätzlichen Dimension gerecht wird; der Regisseur muss neue Regeln der Bildkomposition, der Kameramann neue Gesetze der Schärfentiefe, der Ausstatter neue Aspekte der Raumgestaltung, der Beleuchter andere Lichtsetzungen beachten usw. Obwohl an der Umsetzung des S3D-Films schon seit mehr als hundert Jahren gearbeitet wird, steht die Filmindustrie damit heute wieder vor einem Neuanfang. Technische und künstlerische Standards fehlen noch weitgehend, S3D-Produktionsteams sind auf gegenseitige Unterstützung angewiesen. Gleichzeitig herrscht aber auch ein intensiver Konkurrenzkampf, weil das finanzielle Potential gerade in Bereichen der Produktionsdienstleistungen sehr gross ist.

1.1 Forschungsinteresse und Fragestellung

Trotz schwierigen Untersuchungsbedingungen auf Grund der noch unsicheren Startphase des S3D-Business lohnt sich ein erster Blick auf die Möglichkeiten und Grenzen der Filmstereoskopie im Bereich der Herstellung und der ästhetischen Veränderungen. Bei meinen zahlreichen Kinogängen und in Gesprächen mit Kinobesuchern habe ich festgestellt, dass die allgemeine Haltung gegenüber dem S3D-Film eher skeptisch ist, weil häufig nicht bekannt ist, wie er funktioniert, und weil davon ausgegangen wird, dass die Qualität immer noch derjenigen der Filme aus den 1980er Jahren entspricht. Gleichzeitig konnte ich in der hiesigen Filmindustrie beobachten, dass erstens nur vereinzelte Personen über fundiertes Wissen im Bereich der Filmstereoskopie verfügen und zweitens das Interesse an einer intensiven Auseinandersetzung stark vorhanden ist, denn das neue Medium fasziniert und Schweizer S3D-Inhalte sind am Entstehen. Die vorliegende Arbeit bietet deshalb einen fundierten Einstieg in die Welt der Filmstereoskopie, basierend auf einem wahrnehmungspsychologischen, technischen und filmästhetischen Blickwinkel. Sie soll Anstoss geben zur

weiterführenden Auseinandersetzung mit dem S3D-Film.

Eine Einführung zum Thema und ein Vergleich mit anderen technischen Veränderungen in der Filmgeschichte, ein kurzer Abriss der wichtigsten Stationen der Geschichte des S3D-Films sowie eine Beschreibung der Kinoprojektionstechniken dienen als Orientierung im komplexen Themenbereich.

Für das Verständnis der Wahrnehmungsvorgänge beim Betrachten eines S3D-Films sind grundlegende Informationen über die Raumwahrnehmung auf physiologisch-kognitiver Verarbeitungsebene von entscheidender Wichtigkeit. Deshalb werden in einem nächsten Schritt die Eigenheiten der Umgebungs-, Bild- und Filmwahrnehmung erläutert. Darauf basierend wird anschliessend ein Vergleich zwischen der alltäglichen Umgebungswahrnehmung und der Aufnahme von Tiefenhinweisen im konventionellen und im S3D-Film gezogen.

Die Beteiligten einer S3D-Produktion sind mit neuen, grossen Herausforderungen in Bezug auf die Technik und die Bildgestaltung konfrontiert. Im Hauptteil der Arbeit werden die einzelnen Stereoparameter erläutert und deren Einfluss auf die Bildwahrnehmung und -gestaltung analysiert. Viele der seit Jahrzehnten etablierten Gestaltungsparameter müssen neu überdacht und eingesetzt werden. Das neue Raumverhältnis zwischen Zuschauer und Filmbild zwingt die Filmemacher, sich mit neuen Aspekten der Raumorganisation, der Bildkadrage und der Aufmerksamkeitslenkung auseinanderzusetzen.

Die Zusammenführung der wahrnehmungspsychologischen Aspekte aus der alltäglichen, natürlichen Raumwahrnehmung und den spezifischen Eigenheiten der Filmstereoskopie führt schlussendlich zu einer Analyse der Filmästhetik des S3D-Films. Die in der Filmindustrie aktuell am häufigsten formulierte Aussage – «Der S3D-Film verlangt nach einer neuen Filmsprache» – wird anhand folgender Hypothese detailliert überprüft:

S3D-basierte Gestaltungsmittel, ein neuer Umgang mit bisherigen filmischen Parametern, die vollständige Digitalisierung des Arbeitsprozesses und die notwendige Berücksichtigung der physiologischen Grenzen der Raumwahrnehmung des Zuschauers führen zwingend zu neuen Gestaltungsregeln und -möglichkeiten für die Bildoberfläche und damit zu einer neuen, S3D-spezifischen Filmästhetik.

Die vorliegende Arbeit führt Schritt für Schritt an die Veränderungen heran und untersucht die Auswirkungen der dritten Dimension und deren technischen Grundlagen auf die Filmästhetik.

Die Zukunft des S3D-Films hängt von vielen Faktoren ab: Von der Anzahl verfügbarer S3D-fähiger Kinosäle, der Begeisterung des Zuschauers und insbesondere der Qualität der Stereoskopie und dem Umgang damit im Film als Gesamtwerk. Für Forschungsbereiche wie die affektive Wirkung ist es sicher von Vorteil, abzuwarten, bis sich die Filmindustrie in der Herstellung zurechtfindet und sich das Publikum an die neue Dreidimensionalität gewöhnt hat. Viele Auswirkungen von Neuerungen in der Filmherstellung und im Wahrnehmungsprozess sind jedoch jetzt schon deutlich ersichtlich und besonders interessant zu untersuchen, weil sich alles noch in einem unsicheren Transformationsprozess bewegt.

1.2 Methode

Als Grundlage für die Auseinandersetzung mit physiologischen Eigenschaften der Raumwahrnehmung dienen klassische Literatur der Wahrnehmungspsychologie, Lehrmittel zum Thema und modernere Literatur, die aktuelle Resultate der neurologischen Forschung in die Ausführungen miteinbezieht. Dazu gehören Werke von James J. Gibson (1979), James E. Cutting und Peter M. Vishton (1995), Rainer Guski (1996) und Günther Kebeck (2006). Zur Zusammenführung der Wahrnehmungspsychologie mit der Filmwahrnehmung werden historische, filmtheoretische Texte von Hugo Münsterberg (1916) und Rudolf Arnheim (1932) sowie moderne Studien u.a. von James E. Cutting (2005), Carl Plantinga (2009) und Rayd Khouloki (2009), die sich mit aktuellen Theorien der Filmrezeption und Filmtechnik beschäftigen, verwendet.

Die literarische Informationsgrundlage zum S3D-Film ist sehr spärlich. Die einzigen relevanten Bücher zum Thema stammen von Mark H. Gosser (1977), Lenny Lipton (1982), R. M. Hayes (1989), Eddie Sammons (1992), Ray Zone (2005/2007) und Bernard Mendiburu (2009) und beschäftigen sich mit der Geschichte des S3D-Films und filmtechnischen Aspekten der Stereoproduktion. Wie die Jahreszahlen zeigen, bewegen sich nicht alle diese Publikationen im Rahmen des neusten Standes der Technik – ein wichtiger, zu berücksichtigender Aspekt für diese Arbeit, die sich auf den digitalen S3D-Film konzentriert.

Zusätzlich beziehe ich mich auf Artikel aus der Fachpresse, Internet-Beiträge und Präsentationen an Fachmessen. Mündlich und schriftlich geführte Interviews mit den S3D-Regisseuren Markus Welter und Nick Sieber, den Produzenten Valentin Greutert und Ilkka Peltola, dem Stereographen Florian Maier, dem S3D-Spezialisten Bernard Mendiburu, dem Kognitionsprofessor Marino Menozzi und dem Geschäftsleiter von ProCinema Schweiz, René Gerber, runden die Informationsgrundlage ab. Die auf diese Weise gewonnenen Informationen ergänze ich mit Beobachtungen aus aktuellen S3D-Filmen.

Die Tatsache, dass die Herstellung von S3D-Filmen zur Zeit noch ein mit Risiken und viel Ungewissem behaftetes Unterfangen ist und sich noch keine Standards herausgebildet haben, erschwerte zum Teil die Arbeit, weil sich Informationsquellen oft widersprechen oder befragte Personen zu einem bestimmten Thema unterschiedlicher Meinung sind. Ich versuche deshalb immer, alle möglichen Facetten und Meinungen aufzuzeigen. Die vorliegende Arbeit soll nicht werten, sondern eine neutrale Informationsgrundlage für die weitere Diskussion sein.

1.3 Filmkorpus

In der Analyse beschäftige ich mich ausschliesslich mit digitalen S3D-Spielfilmen im Mainstream-Bereich, die für die kommerzielle Kinoauswertung produziert wurden. Weil diese Filme noch nicht im *Digital 3D*-Format auf Blu-ray erhältlich sind, basiert die praktische Filmanalyse auf den Kinovisionierungen eines grossen Teils der S3D-Filme, die zwischen August 2009 und August 2010 in der Deutschschweiz veröffentlicht wurden:

CORALINE (Henry Selick, USA 2008), THE FINAL DESTINATION 4 (David R. Ellis, USA 2009), AVATAR (James Cameron, USA 2009), ALICE IN WONDERLAND (Tim Burton, USA 2010), HOW TO TRAIN YOUR DRAGON (Dean DeBlois, Chris Sanders, USA 2010), CLASH OF THE TITANS (Louis Leterrier, UK/USA 2010), STREETDANCE 3D (Max Giwa, Dania Pasquini, UK 2010), SHREK FOREVER AFTER (Mike Mitchell, USA 2010), TOY STORY 3 (Lee Unkrich, USA 2010) und STEP UP 3D (Jon M. Chu, USA 2010). Mit dieser Auswahl sind Live-Action-Filme, Animationsfilme, deren Mischung sowie in S3D gedrehte und durch Konvertierung entstandene Filme abgedeckt. Bei den Visionierungen habe ich darauf geachtet, die drei wichtigsten S3D-Projektionssysteme zu testen: die zirkumpolare Polarisation (*RealD* und *MasterImage*), die Shutter-Technik (*XPand*) und die Wellenlängenmultiplex-Technik (*Dolby 3D Digital*).

Ausgewählte Filmstills dienen zur Erläuterung der jeweils besprochenen Aspekte. Weil viele der aktuellen Filme noch nicht für den Privatgebrauch erhältlich sind, beschränken sich die Bilder auf einige wenige Filme.

2. Filmstereoskopie als neue Herausforderung

Obwohl die stereoskopische Umsetzung von statischen und bewegten Bildern schon seit Beginn der Filmgeschichte ein grosses Ziel der Erfinder und Wissenschaftler ist, steht die Filmindustrie auch heute, nach mehreren Versuchen der Durchsetzung des S3D-Films, wieder vor einem Neuanfang. Bisherige Erfolgswellen waren zu kurz, als dass sich technische und ästhetische Standards bilden konnten. Die Digitalisierung bietet völlig neue Produktionsvoraussetzungen.

Die wichtigsten Unterschiede zwischen der Herstellung eines zweidimensionalen und eines S3D-Films sind neben Wahrnehmungsphysiologie und Technik das zusätzliche Personal am Set, der Einsatz von mehr Equipment, je nach Organisation leichter bis erheblich grösserer Aufwand in allen Phasen der Produktion und vor allem die neue Filmsprache, die über neue filmische Parameter umgesetzt werden muss (Maier 2010; Koller 2010; Welter 2010).¹

Um am Set teure Zeit zu sparen, wird schon in der Vorproduktion ein sogenanntes *depth script* erstellt, in dem die Stärke des Tiefeneffekts für jede Einstellung definiert wird (Welter 2010). Während den Dreharbeiten wird das übliche Team zusätzlich von einem Stereographen unterstützt, der mit dem Kameramann und dem Regisseur zusammenarbeitet und die Masse der stereoskopiebedingten Parameter in Bezug auf die physiologischen Wahrnehmungsfähigkeiten des Publikums überprüft (Welter 2010). Diese Arbeit ist sehr komplex, weil Aspekte der filmischen Gestaltung, Mathematik, Physik, Physiologie, Kognition und Technik zusammenspielen müssen, und hat ihren Ursprung in der frühen Filmgeschichte (Maier 2010; Lipton 1982: 119-176).

Die Funktion des S3D-Films basiert auf der Fähigkeit unseres visuellen Systems, die Umgebung in der alltäglichen Wahrnehmung als dreidimensionalen Raum wahrzunehmen, obwohl die Netzhautbilder unserer Augen zweidimensional sind. Das Bild des linken ist nicht durchgehend deckungsgleich mit demjenigen des rechten Auges, weil sie von einem minim unterschiedlichen Gesichtspunkt aus wahrgenommen werden. Aus den Bild-differenzen berechnet das Gehirn die Entfernungen zwischen Elementen der betrachteten Umgebung und simuliert daraus ein einziges, dreidimensionales Bild.

Der S3D-Film bietet dem Zuschauer eine auf zwei Bildern basierende Illusion der Tiefenwahrnehmung. Dafür werden mit zwei Kameras ein rechter und ein linker Bildkanal aufgenommen, die im Kino dem jeweiligen Auge über eine spezielle Brille separat zugeführt werden. So kann das Gehirn sie über die natürliche Funktion der räumlichen Wahrnehmung zu einer dreidimensionalen Raumillusion zusammenfügen. Dieser virtuelle Raum erstreckt sich im Kino vom Zuschauerraum bis hinter die Leinwand.

Ist eine Umstellung von zweidimensionalen auf S3D-Filme mit den zwei bisher grössten Einschnitten in der Filmgeschichte – der Einführung des Ton- und des Farbfilms – zu vergleichen? Folgt man dem S3D-Spezialisten Lenny Lipton (2007: 518), gibt es

¹ Interviewinformationen von S3D-Spezialist Florian Maier, S3D-Postproduktionsleiter Roger Koller und S3D-Regisseur Markus Welter.

durchaus Gemeinsamkeiten. Vor allem die definitive Einführung des Tonfilms stellte den gesamten Produktionsablauf auf den Kopf, veränderte die Arbeitsbedingungen jedes einzelnen Mitarbeiters und forderte sowohl von der Produktionsseite wie auch den Kinobesitzern hohe Investitionen (Lipton 2007: 519). Während der Farbfilm zur Durchsetzung auf qualitativem Niveau jedoch Jahrzehnte benötigte, fand die Umstellung von Stumm- auf Tonfilm innerhalb weniger Jahre statt (Lipton 2007: 521; Flückiger 2001: 32 f.). Bei beiden technischen Neuerungen musste der Zuschauer für ein Kinoticket ein bisschen tiefer in die Tasche greifen (Lipton 2007: 518–523).

Auch der S3D-Film benötigte mehr als hundert Jahre, um sich so weit zu entwickeln, dass er erstmals nachhaltige Marktchancen hat. Wie bei der Umstellung vom Stummfilm auf den Tonfilm müssen die Filmemacher lernen, mit einer zusätzlichen Ebene – der dritten Dimension – umzugehen. Ebenso müssen neue Formen der Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Abteilungen gefunden werden. Und bis jetzt scheint das Publikum willig, mit einem teureren Ticket seinen Teil der in der Auswertungskette entstandenen Mehrkosten zu übernehmen.

2.1 Wichtige Stationen der Geschichte des S3D-Films

Ein Rückblick in die Filmgeschichte zeigt, dass der S3D-Film kein Kind der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist, sondern dass seine Umsetzung schon in den Anfängen von Fotografie und Film neben Ton und Farbe im Zentrum der technischen Entwicklung stand:

Alle Stufen überspringend, von denen schon die erste für sie [die Erfinder] unüberwindlich war, fassten die meisten von ihnen direkt die höchste ins Auge. In ihrer Vorstellung war die Idee der Kinematographie eins mit der totalen, allumfassenden Darstellung der Realität, sie strebten sofort danach, die äussere Welt in einer vollkommenen Illusion, mit Ton, Farbe und Relief zu konstruieren.

(Bazin 1946: 45 f.)

Die folgenden Abschnitte zeigen die wichtigsten Stationen der langen Entwicklungsgeschichte auf und schliessen mit dem aktuellen Stand der Dinge ab.

2.1.1 Die frühen Jahre

Schon im 3. Jahrhundert v. Chr. entdeckte der griechische Mathematiker Euklid, dass der Mensch mit dem linken und dem rechten Auge zwei leicht unterschiedliche Ansichten der Umwelt wahrnimmt (Zone 2007: 7). Doch erst 1838 konnte der Physiker Sir Charles Wheatstone das Prinzip der Stereopsis beweisen. In diesem Jahr präsentierte er der Royal Society of Great Britain das Stereoskop, mit dem über das Betrachten zweier statischer Bilder ein dreidimensionaler Eindruck erzeugt werden konnte (Zone 2007: 7).²

Die weitere Entwicklung der Stereoskope lief parallel zur Erfindung der Fotografie und zu den ersten Versuchen, Bilder in Bewegung zu setzen. In den USA entwarfen der Arzt Oliver Wendell Holmes, Jr., und der Photograph Joseph Bates ein billig zu bauendes

² Für ausführliche Informationen zur Geschichte der Stereoskopie von statischen Bildern vgl. Schönfeld (2001).

Stereoskop, das in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Nordamerika zum beliebten Massenmedium wurde (Zone 2007: 13; Schönfeld 2001: 27 ff.).

Gleichzeitig entstanden die ersten Möglichkeiten zur Visionierung von dreidimensionalen bewegten Bildern, zum Beispiel über die sogenannte *peepshow*, eine Bildtrommel, die man durch zwei Löcher – für jedes Auge eines – betrachtete (Hayes 1989: 2). Historiker Mark H. Gosser (1977: 251) geht davon aus, dass dank den Experimenten mit bewegten Stereobildern die Entwicklung des zweidimensionalen Films in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vorangetrieben wurde. Viele der grossen Filmpioniere wie Eadweard Muybridge, Thomas Alva Edison, William Kennedy Dickson und William Friese-Greene arbeiteten ebenso massgebend an der stereoskopischen Aufnahme und Projektion wie auch am «normalen» Film. Obwohl in den bewilligten Patenten die Stereofunktion der Systeme jeweils aufgeführt war, ist laut S3D-Spezialist Ray Zone (2007: 39-52) jedoch anzuzweifeln, dass diese überhaupt in die Praxis umgesetzt wurden.

Während am 28. Dezember 1895 die heute weitgehend als erste öffentliche Vorführung eines zweidimensionalen Films anerkannte Kurzfilm-Präsentation der Gebrüder Lumière im Grand Café in Paris stattfand, wurde weiterhin an der Filmstereoskopie gearbeitet. Schon 1903 liessen die Franzosen Carl Schmidt und Charles Dupuis ein Zweistreifen-Kamerasystem mit Brillen, die über Drähte mit den Projektoren verbunden waren, patentieren (Zone 2007: 87 ff.). Ebenfalls in Frankreich entstand 1910 sogar eine kompakte Einstreifen-Kamera, mit welcher sich Bilder über zwei Linsen auf einen 35mm-Filmstreifen aufnehmen liessen (Zone 2007: 87 ff.). Am 10. Juni 1915 führten Edwin S. Porter und William E. Waddell dem Publikum in New York mit einem Einstreifen-Anaglyphen-System Ausschnitte aus JIM THE PENMAN und die Kurzfilme NIAGARA FALLS und RURAL AMERICA vor (Hayes 1989: 3 f.). Laut Filmhistoriker R. M. Hayes (1989: 4) war dies die erste Präsentation von S3D-Filmen in einem US-amerikanischen Kino. Interessanterweise entdeckten Kritiker damals schon die ungünstigen Auswirkungen von Lichtreflexen und Bewegung auf den Stereoeffekt (vgl. Kap. 4) (Zone 2007: 98).

Die Entwicklung des Anaglyphen-Projektionssystems – Bildtrennung durch Farbfiltrierung – ist auf das allgemeine Bedürfnis der frühen Filmpioniere, die Wirklichkeit samt Farbe einzufangen, zurückzuführen (Zone 2007: 53 ff.). Insbesondere die Erfindungen des Fotografiepioniers Louis Ducos du Hauron waren entscheidend für die spätere Ausarbeitung des Verfahrens (Gosser 1977: 112 ff.). Aber auch die Polarisation – Bildtrennung durch Richtungsgebung der Lichtstrahlen – wurde schon früh eingesetzt. Der Brite John Anderson liess 1895 ein einfaches Bildtrennungssystem mit polarisiertem Licht patentieren und hielt schon damals fest, dass diese Technik gegenüber den Anaglyphen den Vorteil hat, die Farbqualität der Bilder nicht zu beeinträchtigen (Zone 2007: 65).

Der erste S3D-Langspielfilm ist laut Zone (2007: 110) und Historiker Eddie Sammons (1992: 25) die Produktion THE POWER OF LOVE von Harry K. Fairall, die 1922 in Los Angeles erstmals einem ausgewählten Publikum mit zwei Projektoren und grün-roter Anaglyphen-Filterung gezeigt wurde. Ebenfalls 1922 wurden mehrere Kurzfilme im Anaglyphen-

verfahren veröffentlicht, unter anderen PLASTIGRAMS von Jacob F. Leventhal und Frederick E. Ives, die ab nur einem Filmstreifen gezeigt wurden (Hayes 1989: 6 f.).

Auch Louis Lumière war an der Entwicklung der stereoskopischen Aufnahme und Projektion beteiligt. 1934 liess er ein Einkamera-System zur Aufnahme und Projektion von stereoskopischen Bildern patentieren (Lamotte 2010).³ Eine Linse teilte die Aufnahme in das rechte und linke Bild auf und bildete sie übereinanderliegend auf dem Filmstreifen ab. In der Projektion wurde dieser horizontal durch die Maschine geführt, die Bildtrennung erfolgte über blau-gelbe Bildeinfärbung (Chenevier 1935: 163). Die Filme L'AMI DE MONSIEUR und RIVIERA wurden im Mai 1936 in Paris aufgeführt und blieben die einzigen zwei, die mit Lumières Technik hergestellt wurden (Lamotte 2010).

Das zweidimensionale Attraktionskino der Jahrhundertwende entwickelte sich rasch zum etwas komplexer konstruierten Erzählkino. Gleichzeitig blieb der S3D-Film in seinen Kinderschuhen stecken, obwohl weiterhin an neuen Systemen zur Aufnahme und Projektion gefeilt wurde. Zone (2007: 73 ff.) sieht die Gründe dafür in der Konzentration auf die Erzählstruktur und in der Tatsache, dass die frühen Bilder häufig durch ihre markante Konstellation schon ein beeindruckendes Räumlichkeitsgefühl boten, so dass die Stereoskopie überflüssig blieb. Viele Filme beinhalteten Objekte, die sich schnell auf die Kamera zu- oder davon wegbewegten, später folgten die *phantom rides* mit von der Spitze eines sich bewegendes Fahrzeugs aufgenommenen Bildern (Zone 2007: 73 ff.). Zusätzlich zur technischen Unreife blieb der S3D-Film weiterhin Attraktionskino und Zuschauerbezogen. Vom Schema der Effekthascherei scheint er sich erst heute wegzubewegen (vgl. Zone 2007: 80).

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts entstanden viele verschiedene Systeme, oft finanziert von Studios wie MGM, Pathé und Paramount, die auf einer oder zwei Kameras und auf einem oder zwei Filmstreifen basierten, mit Polarisations- und Anaglyphen-Systemen sowie mit Vorgängern der Shuttertechnologie gezeigt wurden (Zone 2007: 86 ff.). Ebenso wie im «flachen» Film wurde mit Farbe und Ton experimentiert (Hayes 1989: 9 f.). Viele Erfindungen wurden jedoch nie in die Praxis umgesetzt (Zone 2007: 136).

Die Vielfalt der Kamerasysteme und Bildaufteilung der Filmstreifen kannte keine Grenzen. Aus den drei Möglichkeiten zwei Kameras/zwei Filmstreifen, eine Kamera/zwei Filmstreifen und eine Kamera/ein Filmstreifen entstanden unterschiedliche Konstruktionen zur Aufnahme, die von parallel nebeneinander montierten Kameras (Parallel-Rig) über sich direkt anblickende Kameras mit Zwischenspiegel bis zu Farbfiltern, die das durch ein einziges Objektiv eintretende Licht in zwei Bilder trennte, reichten (Sammons 1992: 2 f.). Die Bilder für das linke und das rechte Auge können beim Einstreifen-Format entweder auf gleicher Höhe nebeneinander liegen (*side-by-side*-Format) oder abwechselnd nacheinander folgen (*over-and-under*-Format).⁴ Solche Varianten wurden bis zur Einführung des digitalen S3D-Kinos verwendet.

Auch in Europa wurde an der Entwicklung eines perfekten Aufnahme- und Projektions-

³ Information aus E-Mail-Austausch mit Jean-Marc Lamotte, Verantwortlicher des Lumière-Erbes am Lumière-Institut, Lyon.

⁴ Für ausführlichere Informationen vgl. Lipton (1982: 260 ff.) und Sammons (1992: 4 f.).

systems gearbeitet. In Deutschland führte Zeiss-Ikon in den 1920er Jahren das Raumfilm-System ein, mit dessen Grundlage während den nächsten 14 Jahren mehrere S3D-Kurzfilme hergestellt wurden (Hayes 1989: 11 f.; Zone 2007: 153 ff.). In Frankreich und Italien entstanden ebenfalls mehrere Filme (Sammons 1992: 25 ff.). Die erste Phase der vielfältigen Erfindungen im Bereich des S3D-Films wurde 1951 mit dem *Festival of Britain* in London abgeschlossen, in dessen Rahmen im *Télecinema* mehrere unter der technischen Leitung von Regisseur Raymond Spottiswoode hergestellte S3D-Filme gezeigt wurden. Diese Kurzfilme wiesen ein hohes technisches und künstlerisches Niveau auf und wurden in Farbe und schwarz-weiß mit zwei Projektoren und Polarisationsbrillen zur Bildtrennung vorgeführt (Hayes 1989: 15; Zone 2007: 176). Die britischen Filme stiessen auch in Übersee auf grosses Interesse (Sammons 1992: 33). Hayes (1989: 20) geht deshalb davon aus, dass die Qualität und der Erfolg der Filme aus Grossbritannien zum ersten grossen Boom in den 1950er Jahren führten und Hollywood anfangs wider Erwarten eine unbedeutende Rolle spielte.

2.1.2 Der grosse Boom der 1950er Jahre

In den 1950er Jahren verloren die Kinos an Publikum, weil das Fernsehen Einzug in die Wohnzimmer nahm. Aber auch demografische und gesellschaftliche Veränderungen waren verantwortlich für die abnehmenden Zuschauerzahlen: Die Leute zogen vermehrt in die Städte, in denen das vielfältige Freizeitangebot stieg, neue Flugzeuge machten das Reisen einfacher und die Musikindustrie boomte. Geld, das früher in die Kinokassen floss, wurde für neue Vergnügen ausgegeben (Mast & Kawin 2006: 331 f.).

Deshalb musste ein neuer Publikumsmagnet her, der die Leute wieder ins Kino lockte (Sammons 1992: 32). Mit dem *Natural Vision 3-Dimension*-System von Friend Baker, O.S. Bryhn, Joseph Biroc und Lothrop Worth gelang in den USA schlussendlich der erste Durchbruch des S3D-Films (Hayes 1989: 21 f.). Nach der Sichtung von Material von Baker und Co. beschloss der Radioproduzent und Filmemacher Arch Oboler, seine aktuelle Produktion *THE LIONS OF GULU* in Stereo zu beenden. Der Film feierte am 30. November 1952 unter dem neuen Namen *BWANA DEVIL* Premiere und wurde zu einem überraschenden Erfolg (Hayes 1989: 22). Fälschlicherweise wird *BWANA DEVIL* heute oft als erster S3D-Spielfilm überhaupt bezeichnet.

Der unglaubliche Erfolg von Obolers Film bewog die grossen Studios dazu, innert kürzester Zeit ihre Produktionsanlagen auf Stereo umzurüsten. Bis Anfang 1954 folgten in den USA u.a. Columbia Pictures mit *MAN IN THE DARK*, Warner Bros. mit *HOUSE OF WAX* und *FORT TI*, Walt Disney Pictures mit *MELODY*, Universal International mit *IT CAME FROM OUTER SPACE* und *CREATURE FROM THE BLACK LAGOON*, MGM mit *KISS ME KATE* und Paramount mit *SANGAREE* (Sammons 1992: 35 f.).⁵

Das *Natural Vision*-System wurde für mehrere Filme des ersten Booms verwendet oder auch kopiert und unter eigenem Namen verkauft, so geschehen zum Beispiel mit *Para-*

⁵ Siehe Anhang für Regieangaben.

vision, die Version des Studios Paramount, mit der SANGAREE gedreht wurde (Hayes 1989: 28). Gleichzeitig entstanden aber auch technische Innovationen. Produzent und Regisseur John A. Norling entwickelte *Future Dimension*, ein Ein-Kamera-Rig mit zwei Objektiven und zwei Filmstreifen, das handlicher, leichter und kleiner war als bisherige Zwei-Kamera-Rigs. RKO's erster eigener S3D-Film *SECOND CHANCE* wurde mit *Future Dimension* gedreht (Hayes 1989: 29).⁶ Die meisten Filme Hollywoods dieser Zeit wurden mit zwei synchronisierten Projektoren gespielt und mit dem Polarisationsverfahren getrennt; einige Filme und Versionen wurden auch im Anaglyphenverfahren vorgeführt (Hayes 1989: 20 ff.).

Zur Dreidimensionalität kamen Widescreen-Formate hinzu, Farbe war unterdessen ein Muss. Warner Bros. führte ein Mehrkanalton-System ein, das zum Teil von anderen Studios übernommen wurde (Hayes 1989: 26 ff.). Mit diesen neuen Attributen schien der grosse Konkurrent Fernsehen für einen Moment geschlagen.⁷ Auch in Italien, Frankreich, Japan, Russland, Mexiko, Westdeutschland und anderen Ländern wurden S3D-Filme produziert (Hayes 1992: 43 ff.).

Doch schon im Sommer 1953 begann sich der Markt zu verändern. Die Herstellungskosten eines S3D-Films blieben bedeutend höher, verglichen mit einem «flachen» Film, und das Verlangen nach Kostenreduzierung kam auf (Hayes 1989: 33). Neu entwickelte Ein-Streifen-Systeme wie *Nord* oder *Pola-Lite* waren zwar günstiger, führten aber zu neuen technischen Problemen (Hayes 1989: 41). Im zweiten Halbjahr veröffentlichte Filme waren schon länger geplant, neue wurden kaum mehr produziert (Hayes 1989: 34).

The year ended very successfully for the supporters of 3-D, but the format was doomed. CinemaScope had already made its presence felt and the near future was going to be very bright for that process. Stereo-vision, however, would have only a few more twinkles before its light faded.

(Hayes 1989: 37)

Die Ursachen für das schnelle Ende des Booms im Jahr 1954 sind laut Sammons (1992: 42) die zu hohen Produktionskosten, welche die Studios auf die Kinobesitzer umwälzen wollten, der Dschungel an verschiedenen Systemen und Techniken, die Konkurrenz durch andere neue Formate wie *CinemaScope*, die Präferenz von *gimmicks* gegenüber einer guten Story und die schlechte Bildqualität. Die Synchronität des Zwei-Projektoren-Systems aufrecht zu erhalten war sehr schwierig, analoge Projektoren sind grundsätzlich anfällig für Bildsprünge, die Filmkopien wiesen schnell asynchrone Abnutzungserscheinungen auf und die Operateure waren oft nicht qualifiziert oder falsch instruiert (Criado-Sors Cortés 2008: 61). Bei späteren Einstreifen-Verfahren ging durch das doppelte Kopieren zu viel Licht verloren und es entstanden ebenfalls Bildasynchronitäten (Hayes 1989: 54). Hinzu kam, dass die Filmemacher das gedrehte Material nie vor Ort überprüfen konnten (Horton 2008: 4). Schlechte Stereoeffekte und damit einhergehend die Überbelastung der Augen wurden immer erst nach der Entwicklung des Films sichtbar.

⁶ Der Wikipedia-Eintrag *List of 3-D films* bietet einen interessanten Überblick über S3D-Filme von den Anfängen bis heute sowie ihre Drehformate und Projektionsverfahren (http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_3-D_films).

⁷ Der Journalist Chester Morrison (1953) erweist sich in seinem Artikel *3-D. High, Wide and Handsome* als kritischer Zeitzeuge des Booms, der vor allem erstaunt darüber war, dass die seiner Meinung nach extrem schlechten S3D-Filme so erfolgreich sind beim Publikum.

Die Entwicklung selbst war ausserdem ein nur bis zu einem bestimmten Grad kontrollierbarer Prozess und führte schnell zu Bildunterschieden (Horton 2008: o.S.).

Bis in die 1970er Jahre wurden in den USA, Spanien und anderen Ländern vereinzelt Filme produziert, aber keiner war wirklich erfolgreich (Sammons 1992: 42 ff.). Auch auf technischer Ebene gab es nur wenige Neuerungen. Einzig das *Spacevision*-System, das erstmals bei Obolers neuem Film *THE BUBBLE* (1966) angewendet wurde, und das Format *Stereo 70* auf 70 mm-Film aus der Sowjetunion erachtet Hayes (1989: 67) als erwähnenswert.

In den 1970er Jahren entdeckten die Independents und die Porno-Industrie den S3D-Film für sich. Der <3D>-Stempel wurde in den nächsten Jahren mehr oder weniger zum Synonym für Sex und Horror (Sammons 1992: 45). Der erfolgreichste Kurz-Porno dieser Zeit war *THE STEWARDESSES* von Al Silliman Jr. (USA 1970), der bis in die 1980er Jahre hinein mehrmals unter neuem Namen veröffentlicht wurde (Hayes 1989: 68 ff.; Sammons 1992: 44).

2.1.3 Die zweite Erfolgswelle

Der zweite Boom in den 1980er Jahren bestand aus einigen neuen, erfolgreichen Filmen, u.a. *COMIN' AT YA!* (Ferdinando Baldi, USA 1981), *FRIDAY THE 13TH - PART III* (Steve Miner, USA 1982), *JAWS 3-D* (Joe Alves, USA 1983), vielen Wiederveröffentlichungen und Spezialvorführungen von älteren Filmen (Sammons 1992: 48 ff.). StereoVision International Inc. bildete mit Deep & Solid, Inc., einem Unternehmen von Lenny Lipton, eine Partnerschaft mit dem Namen *Future Dimensions*. Das von ihnen vermarktete Einstreifen-Verfahren bildete die Grundlage für mehrere Filme dieser Zeit (Hayes 1989: 94).

Doch auch dieser kurze Boom war schon 1985 wieder vorbei. Laut Hayes (1989: 114) gibt es keine einleuchtende Erklärung dafür, weil die meisten Filme zwar keine übermässigen Erfolge waren, aber vom Publikum trotzdem relativ gut aufgenommen wurden. Vermutlich waren auch zu diesem späteren Zeitpunkt die durch verschiedene Faktoren verursachten Bildstörungen und das Nichtbeachten physiologischer Grenzen des menschlichen Wahrnehmungssystems die Gründe für die kurze Erfolgswelle.

Die S3D-Filme fanden Mitte der 1980er Jahre neue Orte, an denen sie seither florieren und vom Publikum geliebt werden: Vergnügungsparks und IMAX-Säle. Das IMAX S3D-Format wurde erstmals 1986 an der Expo in Vancouver, Kanada, vorgeführt.⁸ Bis 1991 wurden in verschiedenen Ländern mehrere Festivals durchgeführt, die im Rahmen von Reprisen vor allem die grossen Produktionen der 1950er Jahre zeigten (Sammons 1992: 55 ff.). Sammons (1992: 57) historische Analyse endet 1991 mit der Annahme: «The chance of seeing a repeat of the box office bonanza in 3-D of the 1950s is now rare though revivals will surely continue».⁹

⁸ Vgl. <http://www.imax.com/corporate/profile/historyMilestones>.

⁹ Für eine ausführliche S3D-Filmografie von den Anfängen bis zum Erscheinungsjahr des jeweiligen Buches siehe Hayes (1989: 123-371) und Sammons (1992: 58-154). Eine Auflistung alter und zukünftiger S3D-Filmen bietet *The Illustrated 3D Movie List* (<http://www.3dmovielist.com/list.html>). Zone (2005) führte mit zahlreichen S3D-Filmemachern Interviews, angefangen bei Arch Oboler bis hin zu James Cameron, die ebenfalls interessante Informationen liefern.

2.1.4 Das Revival im 21. Jahrhundert

Die technische Weiterentwicklung und der aktuelle Boom des S3D-Films sind eng verknüpft mit dem rasanten Fortschritt der Digitaltechnik. Die Gründung der *Digital Cinema Initiative* (DCI) durch Walt Disney Pictures, 20th Century Fox, MGM, Paramount, Sony Pictures Entertainment, Universal und Warner Bros. im März 2002¹⁰ war ausschlaggebend für die Entwicklung von grundlegenden Standards, neuen Produktions- und Verleihkonzepten und die Entstehung von eigenen nationalen oder kontinentalen Standards (Jockenhövel et al. 2009: 496).

Die Digitalisierung bringt für den S3D-Film viele technische Verbesserungen, Vereinfachungen und vor allem auch ein weniger beschwerliches Betrachten mit sich. Am Set können das Bild und der Stereoeffekt direkt und zeitgleich zur Aufnahme überprüft werden und in der Postproduktion ermöglichen verschiedene digitale Anlagen die Überarbeitung des Filmmaterials (Mendiburu 2009: 7). Beides zusammen führt dazu, dass den physiologisch-visuellen Gegebenheiten des Zuschauers besser Rechnung getragen werden kann. Zusätzlich verhindert die digitale Projektion (heute meistens mit nur einem Projektor) frühere Probleme wie Asynchronitäten, zu hohe Lichtverluste und Bildsprünge.

Ist ein Film von Beginn weg in Stereo geplant, wird heute grundsätzlich mit zwei digitalen Kameras – entweder als Spiegel-Rig oder als Parallel-Rig montiert – gedreht. Zur Zeit wird aber auch aus verschiedenen Gründen mit nur einer Kamera auf Analog-Filmmaterial gedreht, dieses wird später digitalisiert, damit in der Postproduktion durch die Konvertierung der zweite Bildkanal erstellt werden kann. *PIRANHA 3D* (Alexandre Aja, USA 2010) zum Beispiel wurde vollständig analog gedreht, ebenso der Prolog und Epilog von *ALICE IN WONDERLAND* (Tim Burton, USA 2010) (Kodak InCamera 2010: o.S.; Goldman 2010: 36).¹¹

Der heute verwendete Begriff *Digital 3D* ist gemäss meinen Recherchen kein Markenname, sondern eine übergreifende Bezeichnung für alle digital projizierten S3D-Filme. Die unterschiedlichen Techniken der einzelnen Hersteller von Projektionssystemen weisen wiederum individuelle Namen auf.

Welcher digitale S3D-Film nun international der Auslöser für den erneuten Boom war, ist schwierig zu bestimmen. Laut Mendiburu (2009: 4) ist die S3D-Version von *THE POLAR EXPRESS* (Robert Zemeckis, USA 2004) dafür verantwortlich. Journalist Jan-Keno Janssen (2010: o.S.) schreibt, dass dies der Konzertfilm *HANNAH MONTANA & MILEY CYRUS: BEST OF BOTH WORLDS CONCERT* (Bruce Hendricks, USA 2008) war. Tatsache ist, dass die S3D-Versionen in den letzten Jahren jeweils für viel höhere Einnahmen sorgten als die 2D-Präsentationen (Mendiburu 2009: 4 f.; Barandun 2010: o.S.).

Die Kinobesitzer reagierten zuerst zurückhaltend, denn während Herstellungsbeteiligte, Postproduktionshäuser und Verleiher kurz- und mittelfristig sowohl handwerklich wie

¹⁰ Vgl. dazu www.dcinovies.com.

¹¹ Im Juni 2010 startete in Deutschland mit *SHREK FOREVER AFTER* erstmals auch ein S3D-Film mit einem modernen analogen StereofORMAT von Technicolor (<http://www.tc3d.eu>), das speziell für Kinos entwickelt wurde, die sich die digitale Umrüstung nicht leisten können (Immich 2010: 8). Vgl. dazu auch Neubauer (2010: 17-19).

auch finanziell von der Digitalisierung profitieren (dies gilt für den konventionellen *und* den S3D-Film), müssen die Kinobesitzer immense Umrüstungskosten auf sich nehmen, die vor allem für kleine Betriebe ein schnelles Aus bedeuten können (Jockenhövel et al. 2009: 494 ff.). Die Umrüstung auf eine DCI-kompatible Anlage kostet zwischen 100 000.– und 120 000.– Schweizer Franken. Dazu kommen systemabhängig weitere 30 000.– bis 50 000.– Schweizer Franken für die S3D-Ausrüstung (Gerber 2010).

Doch die unglaublichen Box Office-Zahlen von S3D-Filmen Ende 2009 und Anfang 2010 führten dazu, dass viele Kinobetreiber ihre Säle trotzdem umrüsteten, um an der neuen Gewinnquelle teilzuhaben. Eine internationale Auswertung der Motion Picture Association of America zeigt, dass sich die Anzahl der digitalen S3D-Säle im Jahr 2009 weltweit verdreifacht hat auf 8 989 (6% aller Kinosäle und 55% der digital ausgestatteten) (MPAA 2009: 15). In der Schweiz startete der Digitalisierungs- und Dreidimensionalisierungsboom laut Gerber (2010) nach dem Grossefolg von ICE AGE: DAWN OF THE DINOSAURS (Carlos Saldanha, USA 2009) im Sommer 2009. Die Anzahl der S3D-fähigen Säle stieg schnell an, doch im Verhältnis zum Angebot nicht schnell genug. Weil der grösste Teil der Zuschauer AVATAR in S3D sehen wollte, musste das Publikum durch die noch wenigen S3D-fähigen Säle geschleust werden, was zu einem Rückstau führte. Zum Startpunkt von ALICE IN WONDERLAND zog AVATAR immer noch so viele Leute an, dass sich die Kinobetreiber vor die schwierige Situation gestellt sahen, das gut laufende Zugpferd aus dem Programm zu werfen und den neuen, möglicherweise weniger erfolgreichen Film aufzunehmen (Gerber 2010). Das Phänomen des schlechten Verhältnisses zwischen verfügbaren Sälen und zu programmierenden Filmen ist ein internationales Problem (vgl. Gröner 2010: 10; Cohen & Debruge 2009: o.S.). Aktuell geht Gerber (2010) davon aus, dass die Anzahl vorhandener Säle nur zum Problem wird, wenn mehrere S3D-Filme kurz nacheinander starten. Grundsätzlich sei der Schweizer Markt in Sachen S3D-Säle unterdessen gesättigt.

Trotz der teilweise unausgeglichenen Situation zwischen Filmangebot und vorhandenen Leinwänden hat die S3D-Euphorie den Einführungsprozess des digitalen Kinos (*digital roll-out*) so stark vorangetrieben, dass die internationale Filmindustrie bei einem erneuten Flop des S3D-Films wenigstens von der Digitalisierung profitieren könnte (vgl. Barandun 2010).

Der kurze historische Rückblick hat gezeigt, dass sich Erfinder und Wissenschaftler schon zu Beginn der Filmgeschichte mit der Stereoskopie beschäftigten, oft mit dem Ziel, die Wirklichkeit so exakt wie möglich wiederzugeben. Erstaunlich früh entstanden erste Möglichkeiten, bewegte stereoskopische Bilder zu betrachten.

Aktuell scheint die Filmindustrie wieder an einem ähnlichen Punkt angelangt zu sein wie 1952, als die ganze Branche vom Erfolg von BWANA DEVIL überrascht wurde. Beide Epochen haben gemeinsam, dass die Kinoindustrie jeweils von einem Konkurrenten bedrängt wurde. Das Fernsehen eroberte in den 1950er Jahren die Wohnzimmer und hielt die Zuschauer von den Kinosälen fern. Seit Ende der 1990er Jahre sind die Home-Entertainment-Möglichkeiten soweit ausgereift, dass sich manch einer gerne seine eigene Kino-

vorführung zu Hause macht. Ausserdem sind viele Kinofilme illegal über das Internet zu erhalten. Sowohl damals wie heute versuchte man erfolgreich, das verlorene Publikum mit neuen bzw. recycelten Formaten ins Kino zu locken.

Laut Mendiburu (2009: 6 f.) gibt es jedoch zwei entscheidende Unterschiede zwischen den Voraussetzungen für den S3D-Film damals und heute. Diese liegen im jeweiligen Entwicklungsstand der Technik sowie in anderen, konkurrenzfähigen Kinoformaten.

Die technische Entwicklung des S3D-Films hinkte derjenigen des zweidimensionalen Films lange hinterher. Neben den ungleich verteilten enormen Mehrkosten für eine S3D-Produktion scheiterten mehrere Erfolgswellen immer wieder an schlechter Bildqualität, verursacht durch eingeschränkte Bearbeitungsmöglichkeiten, zu hohe Lichtverluste, Farbverfälschung beim Anaglyphenverfahren und asynchron laufende Bildkanäle. Heute erleichtert die Digitalisierung den Produktionsablauf eines S3D-Films.

Während sich das Kino vor 60 Jahren gewissermassen in sich selbst konkurrierte, indem es gleich mehrere neue Ton- und Bildformate auf den Markt brachte, spielen die technischen Veränderungen der letzten zwanzig Jahre hin zur absoluten Digitalisierung dem Erfolg des modernen S3D-Kinos direkt in die Hände (Mendiburu 2009: 7). Der S3D-Film hat momentan in den Kinosälen selbst keinen Konkurrenten, der ihn, wie damals *Cinema Scope*, ausstechen könnte. Sobald die Home-Entertainment-Anlagen jedoch technisch soweit ausgereift sind, dass man sich einen qualitativ hochstehenden S3D-Film auch zu Hause anschauen kann und die Geräte für den Normalverbraucher erschwinglich werden, ist die Situation natürlich wieder zu überdenken, aber dies soll hier nicht das Thema sein.

2.2 Kino-Projektionsverfahren

Mit den aktuellen technischen Voraussetzungen ist das Vorführen von S3D-Filmen für Kinobesitzer heute interessanter als vor knapp 60 Jahren. Der Vertrieb funktioniert wie derjenige von herkömmlichen digitalen Filmen. Das *Digital Cinema Package* (DCP) wird auf einer Festplatte angeliefert und in jedem Kino individuell mit mehreren Sicherheitscodes entschlüsselt (vgl. Mostosi 2009: 54). Die Zusammensetzung des DCP ist streng geregelt in den DCI-Spezifikationen, der wichtigsten Digitalkino-Norm, die am 11. Juli 2007 um den Artikel *Stereoscopic Digital Cinema Addendum* erweitert wurde.¹² So ist heute ein Kino mit einem 2K-leistungstarken Digitalprojektor und einem zusätzlich einzurichtenden S3D-System theoretisch fähig, stereoskopische Filme vorzuführen.

Die in den Kinosälen angewendeten Projektionssysteme lassen sich aufteilen in passive und aktive Verfahren. Die Brillen von passiven Systemen sind nicht elektronisch mit dem Projektor verbunden. Dazu gehören das Anaglyphen- und die Polarisationsverfahren. Die aktiven Shutterbrillen-Systeme arbeiten mit einer Verbindung zwischen Zuschauerbrille und Projektor (vgl. Wimmer 2004: 34).

¹² Vgl. <http://www.dcinovies.com/specification/index.html>.

2.2.1 Anaglyphenverfahren

Das Anaglyphenverfahren entstand bei Experimenten mit der Einfärbung von Filmen. Die beiden Bildkanäle werden mit Farben kodiert – üblicherweise in einer bestimmten Kombination der Primärfarben Rot, Grün und Blau – und überlagernd projiziert (Wimmer 2004: 37). Mit der Betrachtung durch die entsprechend eingefärbte Brille werden die Bildkanäle für die Augen wieder getrennt: Das linke Auge

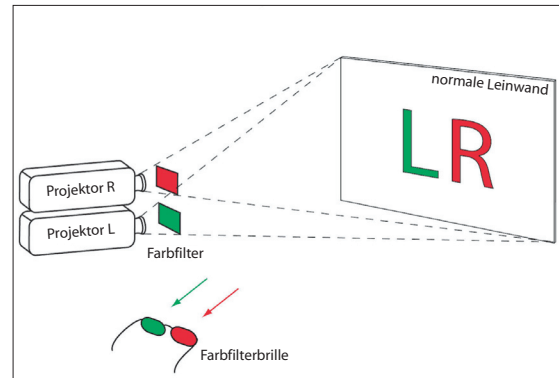


Abb. 2.1: Anaglyphenverfahren

sieht zum Beispiel durch das grüne Glas nur das grün eingefärbte Bild und das rechte Auge durch das rote Glas nur das rot eingefärbte (Abb. 2.1) (Maier 2008b: 15).

Das Anaglyphenverfahren reduziert und verfälscht durch die Farbfilterung die Farben der Bilder, im Extremfall blendet das physiologische System des Zuschauers das Bild des schwächeren Auges zu Gunsten des stärkeren sogar aus und der Stereoeffekt zerfällt (Wimmer 2004: 37). Ein weiteres Problem ist die schlechte Bildtrennung, was beim Zuschauer im schlimmsten Fall zu physischen Beschwerden wie Kopfschmerzen oder Übelkeit führen kann (Maier 2008b: 15).

Das Anaglyphenverfahren ist bei fast allen Medien anwendbar (Wimmer 2004: 37). Zur Zeit sind noch einige 3D-Filme mit dem Farbfiltersystem auf DVD erhältlich, doch diese werden vermutlich bald verdrängt von der neuen 3D-Blu-ray. Das Anaglyphenverfahren wird aktuell ausserdem oft am Filmset zur Bildkontrolle verwendet, weil es kostengünstig ist und den Ansprüchen vor Ort genügt.

2.2.2 Doppelprojektion mit linearer Polarisation

Die Anfänge der linearen Polarisation gehen auf John Anderton zurück (vgl. Kap. 2.1.1). Heute werden der linke und der rechte Bildkanal mit Hilfe von zwei Polfiltern in zwei auf unterschiedlicher Ebene schwingenden Lichtstrahlen getrennt, üblicherweise im 90°-Winkel zueinander (Maier 2008b: 16). Die links und rechts wie die Filter der Projektoren gepolten Brillengläser ermöglichen, dass dem einzelnen Auge das jeweils richtige Bild zugeführt wird (Abb. 2.2) (Maier 2008b: 16). Die Bildtrennungsqualität ist abhängig vom Blickwinkel des Zuschauers auf die Leinwand. Wenn er den Kopf zur Seite neigt, entsteht eine Differenz zwischen dem Winkel der Lichtstrahlen und den Brillenfiltern und die Bilder sind teilweise auf beiden Augen zu sehen (Wimmer 2004: 41 f.).

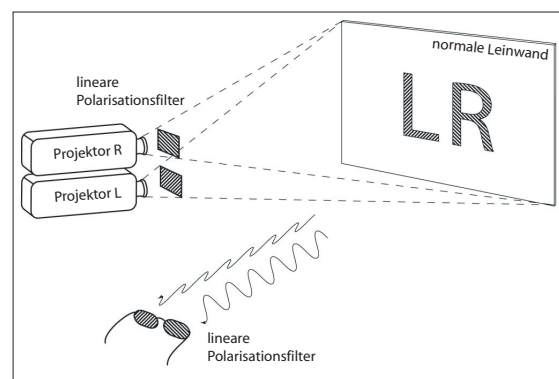


Abb. 2.2: Doppelprojektion, lineare Projektion

Die Synchronitätsprobleme einer Doppelprojektion sind unterdessen zwar beseitigt, weil die Quelle für die Projektoren ein und dieselbe ist. Aber ein Kino benötigt dafür zwei der teuren Digitalprojektoren und eine silberbeschichtete Leinwand, welche die Polarisationsrichtung des Lichts auf der Projektionsfläche aufrechterhält (Maier 2008b: 16). Die Brillen sind dafür umso günstiger, der Zuschauer muss sie einmalig kaufen und kann sie wiederverwenden.

2.2.3 Zirkumpolare Polarisation

2008 schrieb der Journalist Wolfgang Tunze, dass der Trend klar auf Ein-Projektoren-Systeme hinweise. Unterdessen ist der Hersteller *RealD* mit seinem zirkumpolaren Polarisationsverfahren mit nur einem Projektor der Marktführer in Sachen S3D-Projektionstechnologie (Lawler 2010: o.S.).

Die Lichtstrahlen der linken und rechten Bilder werden von einem Flüssigkristall-Filter, der vor dem Projektorobjektiv angebracht ist, zirkumpolar gefiltert. Das heisst, die Strahlen der Bildkanäle drehen sich in jeweils entgegengesetzter Richtung um die eigene Achse (Abb. 2.3). Die linken und rechten Bilder werden abwechslungsweise gezeigt und pro Bildkanal dreimal wiederholt, um ein Flimmern zu verhindern, was eine Gesamtfrequenz von 144 Bildern pro Sekunde ergibt. Entsprechende Brillen mit korrespondierenden Polarisationsfiltern trennen die Bilder für das linke und das rechte Auge (Maier 2008b: 17). Auch hier ist eine silberbeschichtete Leinwand notwendig und die Brillen sind günstig (Janssen 2008: o.S.).

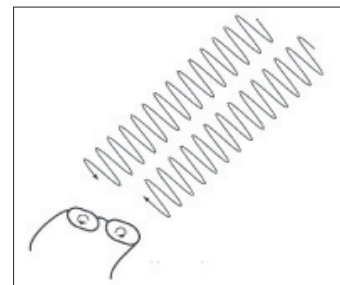


Abb. 2.3: Zirkumpolare Polarisation

Eine Kopfneigung des Zuschauers kann bei einer Projektion mit zirkumpolarer Projektion leichte Farbveränderungen erzeugen (Mendiburu 2009: 172). Projektionen mit der Ausrüstung des Herstellers *RealD* sind bekannt für starkes Auftreten von Ghosting (auch *crossstalk* genannt), ein unangenehmer Effekt, der bei schlechter Bildtrennung und insbesondere bei hohen Kontrasten im Bild auftritt (Mendiburu 2009: 176). Dabei ist das Bild für das linke Auge auch leicht mit dem rechten Auge zu sehen oder umgekehrt: Der Zuschauer sieht Doppelbilder. Ghosting tritt nur auf Bildebenen auf, die eine Bildverschiebung aufweisen (Bildschirmparallaxe, vgl. Kap. 4.1.3) (Mendiburu 2009: 113). Im Vorspann von *STREETDANCE 3D* treten die weissen Namenseinblendungen aus der Leinwand heraus. Sie stehen in starkem Kontrast zum dunklen Hintergrund, was dazu führt, dass beide Bilder auf beiden Augen zu sehen sind.

Ursprünglich mussten Film-Master für Projektionen mit dem *RealD*-System noch während der Postproduktion einem Licht-Angleichungsprozess unterzogen werden, um das spätere Ghosting im Kinosaal zu minimieren (Cowan 2007: 16). Aktuell liefert *RealD* nun aber einen speziellen Vorsatz für den Projektor, den *RealD 3D EQ*, der während der Projektion für das sogenannte *ghostbusting* sorgt.¹³

¹³ Vgl. <http://www.reald.com/3deqinstructions>.

2.2.4 Shutter-Technik

Shutter-Techniken gibt es ebenfalls schon seit Beginn der Filmgeschichte, sowohl nur auf Papier für das Patent wie auch in die Praxis umgesetzt. Doch erst in den 1980er Jahren ermöglichte die Flüssigkristalltechnologie eine genügend hohe Frequenz und gute Synchronisation ohne Flimmern (Müller 2005: 25).

Aktuell werden die Bilder für das linke und das rechte Auge abwechselnd mit einer Frequenz von insgesamt 144 Bildern pro Sekunde projiziert. Die Shutterbrillen werden mit Hilfe eines Infrarotsignals mit dem Projektor synchronisiert, damit bei Projektion des linken Bildes das rechte

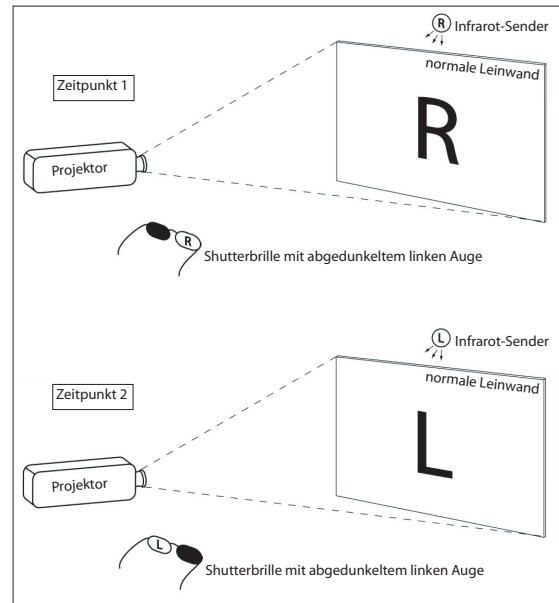


Abb. 2.4: Shutter-Technik

Brillenglas verschliesst und nur das linke Auge das Bild sehen kann, und umgekehrt (Abb. 2.4) (Maier 2008b: 17). Für den Einsatz der Shutter-Technik (auch Zeitmultiplex-technik genannt) kann eine herkömmliche Leinwand verwendet werden, die Bildkanal-trennung ist sehr gut und unabhängig von der Kopfneigung des Zuschauers (Maier 2008b: 17 f.). Bei einer Visionierung von AVATAR konnte ich den starken Lichtverlust des Shutter-Systems bestätigen, der oft als Nachteil dieser Technik erwähnt wird.¹⁴ Die batteriebetriebenen Brillen sind ausserdem teuer und werden deshalb nicht wie diejenigen der passiven Systeme an die Zuschauer verkauft, sondern für jede Vorstellung leihweise abgegeben.

Das Einrichten des Shutter-Systems lohnt sich besonders für Kleinkinobesitzer, weil keine teure, silberbeschichtete Leinwand angeschafft werden muss und schnell zwischen 2D- und 3D-Format gewechselt werden kann (Maier 2008b: 17). Einer der Marktführer ist zur Zeit der slowenische Hersteller *XpanD*.

¹⁴ Vgl. Mendiburu (2009: 172 ff.) und http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_crystal_shutter_glasses.

2.2.5 Wellenlängenmultiplex-Technik

Das Wellenlängenmultiplex-System, entwickelt von der deutschen Firma Infitec, heute im Besitz von Dolby Digital und bekannt unter dem Markennamen *Dolby 3D Digital*, ist eines der neuesten S3D-Projektionssysteme (Maier 2008b: 18). Hier verändert ein Farbfilter-Rad im Projektor das Spektrum des weissen Projektionslichts abwechselnd pro Bild (Abb. 2.5). Die Brille ist mit schmalbandigen spektralen Filtern ausgestattet, um die unterschiedlichen Bilder für die zwei Augen zu trennen (Maier 2008b: 19). Wie beim Shutter-System kann auch hier eine beliebige Leinwand verwendet werden, dafür sind die spezialbeschichteten Brillen umso teurer (Maier 2008b: 19). *Dolby 3D Digital* gilt bei vielen Experten als das beste Projektionssystem, weil es praktisch kein Ghosting aufweist (Mendiburu 2009: 174).¹⁵

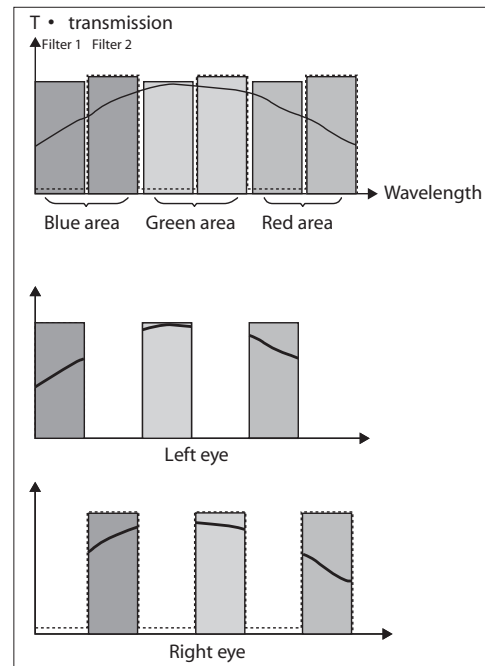


Abb. 2.5: Wellenlängenmultiplex-Technik

2.2.6 IMAX und weitere stereoskopische Visionierungsmöglichkeiten

In den IMAX-Kinos hat sich der S3D-Film schon in den 1980er Jahren etabliert. Die berühmten, kurzen Natur- und Erlebnisfilme werden speziell für das IMAX-Format auf zwei 70mm-Filmstreifen gedreht. Der gewünschte Augenabstand wird erst zum Zeitpunkt der Projektion angepasst (Mendiburu 2009: 181). Für die Vorführungen werden sowohl das Polarisations- wie auch das Shutterverfahren verwendet. In vielen IMAX-Kinos werden unterdessen aber auch die üblichen S3D-Kinofilme abgespielt, dann aber im «normalen» *Digital 3D*-Format, zum Beispiel mit *RealD*.¹⁶

Weitere Möglichkeiten zur Visionierung von S3D-Bildmaterial reichen vom Training der Augen, ohne sämtliche Hilfsmittel Stereobilder zu betrachten, über sogenannte *Head Mounted Displays* bis hin zu autostereoskopischen Displays. Stereoskopische Wiedergabetechniken werden heute in sehr unterschiedlichen Bereichen wie der Medizin, der wissenschaftlichen Forschung, im Militär und natürlich im Unterhaltungsbereich verwendet (Kooi et al. 2004: 99; Hoffman et al. 2008: 1).¹⁷ S3D-fähige Fernseher von Samsung, Panasonic und Philips, die seit einigen Monaten auf dem Markt erhältlich sind, arbeiten mit Shutterbrillen.¹⁸

¹⁵ *Disney Digital 3-D* ist kein bestimmtes Projektionsverfahren, sondern der Marken- und Werbenamen der Walt Disney Company für S3D-Filme, die wie die anderen Filme auch je nach Kino mit verschiedenen Systemen vorgeführt werden (vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/Disney_Digital_3-D).

¹⁶ Vgl. zum Beispiel Multiplexkino Cinecittà, Nürnberg: <http://www.cinecitta.de/imax/imax-technik>.

¹⁷ Für ausführliche Informationen zu weiteren Systemen vgl. Müller (2005: 19–42), Klews (2009: 40–48) und Wimmer (2004: 34–49).

¹⁸ Vgl. Internetseiten von *Samsung*, *Panasonic* und *Philips*.

Bei autostereoskopischen Displays werden der linke und der rechte Bildkanal von auf dem Display liegenden Prismen getrennt, damit der Zuschauer die Bilder ohne Brille direkt und pro Auge einzeln wahrnehmen kann. Dies funktioniert jedoch immer nur aus einem bestimmten Blickwinkel. Deshalb wird unterdessen versucht, Material herzustellen, das aus x-beliebigen Blickwinkeln aufgenommen wird, um dem Zuschauer eine wählbare Blickposition zu ermöglichen (Schweizer Fernsehen 2010). Solche Systeme werden schon auf Messen und in der Werbung verwendet, funktionieren aber noch nicht wirklich überzeugend, wie ich selbst am Media Future Day 2010 in Zürich feststellen konnte.¹⁹

2.2.7 Zusammenfassung

Bisher gibt es noch kein perfektes S3D-Projektionssystem. Alle Technologien sind mehr oder weniger stark von Ghosting und Lichtverlusten betroffen. Shutter-Systeme weisen zwar den höchsten Lichtverlust auf, doch laut Mendiburu (2009: 194) verlieren auch alle anderen einen erheblichen Lichtanteil durch die Filterung vor dem Projektor und durch die Brille. Die Luminosität eines S3D-Projektionssystems beträgt nur rund einen Drittel eines normalen Systems. Mit einem teuren Zwei-Projektorensystem und damit zwei Lichtquellen könnte der Lichtverlust einigermaßen ausgewogen werden (Mendiburu 2009: 175 f./194). Die Luminositätsdifferenzen zwischen den einzelnen Vorführsystemen sind auch in der Postproduktion zu beachten. Im Jahr 2009 veröffentlichte S3D-Filme wurden in bis zu 14 Varianten bearbeitet und herausgegeben (Mendiburu 2009: 171).

Dasselbe gilt für das Ghosting und die Farbverfälschung. *RealD* kämpft am meisten mit Doppelbildern und Anaglyphen verfälschen die Farben am stärksten, aber auch keines der anderen bisher bestehenden Systeme kann die digitalen Daten Ghosting-frei und absolut farbneutral wiedergeben (Mendiburu 2009: 176 f.). Ghosting-Effekte könnten mit höheren Bildraten behoben werden, dies ist jedoch aus technischen Gründen noch nicht umsetzbar (Ralston 2010).²⁰

Die Vielzahl an Systemen, die momentan auf dem Markt sind, stellt für die Verleiher und Kinobesitzer kein Problem dar, weil sie die digitalen Filmdaten nach DCI-Standard erhalten und diese unabhängig vom im Kino installierten System abgespielt werden können (vgl. Tunze 2008: o.S.). Zur Zeit sind vor allem die Filmhersteller und die Zuschauer die Leidtragenden, weil unter Umständen verschiedene Versionen produziert werden müssen und der Filmkonsument für jedes Kino eine eigene Brille bereit haben oder einen zusätzlichen Aufpreis bezahlen muss.

¹⁹ Ausstellung Post NAB im Rahmen des Media Future Day Zürich 2010.

²⁰ Präsentation, FMX Stuttgart 2010. Ken Ralston ist Visual Effects Supervisor bei Sony Pictures Imageworks.

3. Visuelle Wahrnehmung im Alltag und im Kino

Die fünf Sinnesorgane Augen, Ohren, Nase, Haut und Mund, die Empfindung von Wärme, Druck und Schmerzen sowie die Eigenwahrnehmung des Körpers und der innere Sinn für Bewegung, Beschleunigung und räumliche Orientierung (Propriozeption) ermöglichen uns das Erfahren einer Informationsgrundlage über die Umgebung, in der wir uns so zu-rechtfinden können und müssen. Viele Forschungsfelder beschäftigen sich mit der menschlichen Wahrnehmung und oft unterscheiden sich ihre Erklärungsmuster. Die meisten neuzeitlichen Forscher und Theoretiker sind sich aber einig, dass die Wahrnehmung ein Konstrukt und nicht ein direktes Abbild der physikalischen Welt ist (Agotai Schmid 2005: 25 f.). Schwingungen in der Luft werden zum Beispiel erst in unserem Kopf und in Abstimmung mit individuellen Erfahrungen zu einem konkreten Geräusch (Rock 1984: 4). Ein anderes Beispiel ist die Farbwahrnehmung, deren Komplexität und Eigenarten zeigen, wie wir von unserem eigenen Wahrnehmungsapparat getäuscht werden können (Roth 2003: 67-71). Ausserdem ermöglichen unsere Sinnesorgane auf Grund ihrer Funktionsweise und physikalischen Struktur nur eine beschränkte Aufnahme und Verarbeitung der Geschehnisse in der Umwelt (Roth 2003: 72). Und trotzdem müssen wir uns auf unsere Wahrnehmung verlassen, denn wir sind auf sie angewiesen, damit wir überhaupt überleben können (Rock 1984: 4).

Umgangssprachlich versteht man unter *Wahrnehmen* den vollständigen Ablauf von der Informationsaufnahme über alle Sinnesorgane bis hin zur Beurteilung des Ergebnisses aus der Informationsverarbeitung (Guski 1996: 1). Auf Grund mangelnder Übereinstimmung in der Wissenschaft, die sich oft nur mit der Aufnahme *oder* Verarbeitung von Information befasst, umschreibt Wahrnehmungspsychologe Rainer Guski (1996: 2) den Prozess des Wahrnehmens sehr weitläufig als «Tätigkeit des Aufnehmens (und Verarbeitens) von Information über Objekte und Ereignisse der Umwelt in das Gehirn eines Lebewesens [...]». Medienwissenschaftler Benjamin Pauwels (2008: 57 f.) betont, dass die Sinnesorgane ausschliesslich quantitative Informationen aufnehmen und diese an bestimmte Hirnregionen weiterleiten, in denen sie ausgewertet und interpretiert werden. Die eigentliche Wahrnehmungsarbeit findet also nicht an vorderster Front statt, sondern im Gehirn.¹

In der vorliegenden Arbeit steht ausschliesslich der visuell-physiologische Aspekt des Filmbildes in seiner stereoskopischen Form im Zentrum, deshalb konzentrieren sich die folgenden Ausführungen zur Wahrnehmung auf Teile des Sehvorgangs und teilweise auch auf die Verarbeitung.

Das visuelle System umfasst das Auge und die Bereiche im Gehirn, die für die Verarbeitung der unterschiedlichen Reize wie Form oder Farbe zuständig sind. Das menschliche Auge ist ein mit Flüssigkeit gefüllter Glaskörper (Guski 1996: 77 ff.): Auf der Vorderseite liegt die durchsichtige Hornhaut. Darunter folgen die Pupille, welche die Stärke des Lichteinfalls reguliert, und die Linse, die das eintreffende Licht bündelt. Die Linse projiziert das

¹ Dieses heute weitgehend anerkannte Schema geht zurück auf den Physiologen Hermann von Helmholtz (1821 - 1894), der darauf verwies, dass im Wahrnehmungsprozess zwischen einer Innenwelt und einer Aussenwelt unterschieden werden muss (vgl. Mausfeld 2005: 100 f.).

Licht invertiert und spiegelverkehrt auf die Rückwand des Auginnenkörpers, die Netzhaut (Retina). Diese besteht aus verschiedenen Arten von lichtempfindlichen Photorezeptoren, welche die Lichtenergie in Nervenimpulse umwandeln. Ungefähr in der Mitte der Netzhaut liegt die Fovea, ein Bereich mit hoher Rezeptordichte, auf den die jeweils scharfe Stelle einer Abbildung fällt. Die danebenliegenden Bereiche mit weniger Rezeptoren sind für das periphere Sehen zuständig. Über den Sehnerv, der den Augenkörper über den sogenannten blinden Fleck verlässt, werden die erzeugten Nervenimpulse weitergeleitet in die visuelle Hirnrinde, in der sie zu einem Wahrnehmungsergebnis verarbeitet werden.²

Die Mehrheit psychologischer Ansätze geht heute von der Annahme aus, dass die allgemeine Theorie der visuellen Wahrnehmung auch eine Theorie der Bildwahrnehmung beinhalten muss (Rehkämper 2007: 107). Der Psychologe Günther Kebeck (2006) unterscheidet dementsprechend zwischen der Umgebungswahrnehmung und der Bildwahrnehmung. Dieses Begriffspaar wird hier ergänzt mit der Filmwahrnehmung.

3.1 Umgebungswahrnehmung

Die Umgebungswahrnehmung umfasst die Zusammenarbeit aller Sinnesorgane, die uns ermöglicht, uns im Alltag im Raum zu orientieren, Objekte und Bewegungen zu erkennen und Distanzen abzuschätzen. Darauf basierend steuern und kontrollieren wir unsere Fortbewegung und führen Handlungen aus.

Licht ist Grundvoraussetzung für die visuelle Wahrnehmung des Menschen. Als Medium überträgt es optische Informationen und formt diese gleichzeitig mit, indem der von Objektoberflächen reflektierte Teil der Lichtstrahlen auf unsere Augen trifft und weiter verarbeitet wird (Kebeck 2006: 29 ff.). So ist es uns möglich, Farbe und Beschaffenheit eines Gegenstands wahrzunehmen. Diese Oberflächenstrukturen werden vom visuellen System als Reizveränderungen im Gesichtsfeld registriert – ein grundlegender Vorgang, denn der Wahrnehmungsapparat kann nur auf Änderungen und nicht auf gleichbleibende Reize reagieren (Kebeck 2006: 81 ff.).

Durch Zusammen- und Auseinanderschwenken fixieren die Augen ein Objekt oder einen Punkt zur scharfen Abbildung im fovealen Bereich der Netzhaut. Tauchen im peripheren Feld Reizveränderungen auf, verschiebt sich die Aufmerksamkeit und die Augen fokussieren das neue Interessenszentrum (Schönhammer 2009: 149). Faktoren wie Geschlossenheit, Gleichartigkeit, Oberflächentextur, Symmetrie, Kontrast und Erfahrung des Beobachters sind entscheidend für die sogenannte Figur-Grund-Trennung, mit der wir verschiedene Flächen voneinander unterscheiden können (Guski 1996: 136 ff.; Kebeck 2006: 90 ff.). In *The Ecological Approach to Visual Perception*, ein Werk des Wahrnehmungspsychologen James J. Gibson (1979), das auch heute noch viele Bereiche der Wahrnehmungspsychologie prägt, stehen die Informationen, die unser visuelles System aus Struk-

² Für ausführlichere, aber kompakte Informationen zum Aufbau des Auges und zur Verarbeitung im visuellen Cortex vgl. Kebeck (2006: 49 ff.) und Schönhammer (2009: 125 ff.).

turen und Oberflächen in unserer Umgebung aufnehmen kann, im Mittelpunkt. Alle Sehwinkel zwischen einem Beobachter und den Objekten in seinem räumlichen Gesichtsfeld bilden zusammen die optische Anordnung. Sie definiert sich als «das durch die Oberflächen strukturierte Umgebungslicht, welches auf den Ort im Raum hin konvergiert, an dem sich der Beobachter befindet» (Kebeck 2006: 35). Die optische Anordnung verändert sich bei Bewegung des Beobachters. Dabei entstehen auf dem Netzhautbild sogenannte Fliesmuster, das heisst, einzelne auf der Netzhaut gespiegelte Bildpunkte bewegen sich, während gleichzeitig andere Teile konstant bleiben können. Mit Hilfe dieser Invarianten kann der Beobachter sich im Raum orientieren und Objekte erkennen (Kebeck 2006: 35; Guski 1996: 44 ff.).

Der auf physiologischer Ebene zuerst unbewusste Verarbeitungsprozess ist abgeschlossen, wenn eine Interpretation auf allen Ebenen, also sowohl physiologisch wie auch subjektiv, erfolgt ist, und auf Grund des Wahrnehmungsergebnisses, dem Perzept, eine Handlung ausgeführt werden kann (vgl. Kebeck 2006: 18 ff.). Kebeck (2006: 56 ff.) bezeichnet den Vorgang des Betrachtens als Übersetzungsvorgang, der zwischen 100 und 300 Millisekunden dauert. Dabei werde kein mechanisches Abbild der Realität erzeugt, sondern ein «adäquates Bild der Wirklichkeit», das den Regeln der Wahrscheinlichkeit, Stabilität, Einfachheit und Eindeutigkeit folgt. Wie wichtig dabei die subjektive Ebene – die Interpretation basierend auf früheren Erfahrungen – ist, zeigt sich laut Psychologe Rainer Schönhammer (2009: 147 f.) in aktuellen neurokognitiven Studien.

3.2 Räumliches Sehen

Eine der verblüffendsten Eigenschaften unseres visuellen Systems ist die Tatsache, dass aus zwei zweidimensionalen Netzhautbildern ein dreidimensionales Wahrnehmungsergebnis erstellt wird. Die Informationen aus den monokularen Tiefenhinweisen, die mit einem einzigen Auge erfasst werden, reichen theoretisch schon aus, um uns räumlich zu orientieren. Die Zusammenarbeit beider Augen ermöglicht jedoch zusätzlich die Wahrnehmung der Umgebung in ihrer ganzen Dreidimensionalität. Als Grundlage für das Verständnis der Raumerzeugung im zweidimensionalen und im 3D-Film werden nun die monokularen Tiefenhinweise und die Funktionsweise des binokularen Sehens erläutert.³

3.2.1 Monokulare Tiefenhinweise

Die *Perspektive* ist einer der typischsten Tiefenhinweise und beinhaltet die «Auswirkungen der Entfernung auf die Projektion eines Objektes in der optischen Anordnung» (Guski 1996: 157). Eine Form davon ist die *atmosphärische Perspektive* (auch Luftperspektive genannt): Auf Grund der grösser werdenden Luftmenge zwischen Beobachter und Objekt nimmt die Streuung von Lichtstrahlen zu (Guski 1996: 156). Dabei wirkt die Luft bei

³ Die in der konsultierten Literatur behandelten Tiefenhinweise sind je nach Autor nicht immer übereinstimmend. Die hier aufgeführte Zusammenstellung ist eine Auswahl der am häufigsten erläuterten Tiefenhinweise. Für eine vollständige Aufzählung vgl. Cutting & Vishton (1995).

einem Blick in die Landschaft auf Distanz immer dunstiger und bläulicher. Die *Linearperspektive* umfasst verschiedene Regeln zur Darstellung von dreidimensionalen Objekten auf zweidimensionalen Flächen. Zu den Bekanntesten gehört die Zusammenführung von parallel verlaufenden Linien, die im Fluchtpunkt am Horizont aufeinandertreffen (Guski 1996: 157).

Sieht der Beobachter zwei Menschen in unterschiedlicher Entfernung, kann er anhand der unbewussten Interpretation des Netzhautbildes feststellen, dass die kleiner abgebildete Person weiter entfernt ist als die grösser abgebildete (Maier 2008a: 14). Dank des Phänomens der *Grössenkonstanz* weiss er gleichzeitig, dass es sich bei den beiden betrachteten «Objekten» um Menschen handelt, deren Grösse in einem bestimmten beschränkten Bereich liegt, denn obwohl sich die retinale Abbildung eines Objekts parallel zur Distanz des abgebildeten Objekts vergrössert bzw. verkleinert, verändert sich die wahrgenommene Grösse für den Beobachter nicht (Kebeck 2006: 215).

Verdecken Objekte andere Objekte teilweise, so wird das verdeckte Objekt bzw. der nicht sichtbare Grund als hinter dem überdeckenden Objekt liegend wahrgenommen. Die *Verdeckung* ist der stärkste Erzeuger des Eindrucks von räumlicher Tiefe, obwohl sie nur ordinale Informationen liefert (Cutting & Vishton 1995: 81 f.). Die *Texturdichte* einer Oberfläche nimmt mit zunehmender Entfernung zu und die einzelnen Elemente werden kleiner (Kebeck 2006: 110). Die aus der Nähe zunächst gut erkennbare Detailzeichnung wird auf Distanz immer homogener (Maier 2008a: 14 f.). Die Position eines Objekts auf einer bestimmten *Höhe im Gesichtsfeld* liefert Informationen über die Distanz zu diesem Punkt (Cutting & Vishton 1995: 86 ff.). Je höher das Objekt liegt, desto weiter entfernt scheint es.

Neben der grundlegend wichtigen Funktion des Lichts, Oberflächen sichtbar zu machen, modellieren der Einfall und die Stärke des Lichts ein Objekt und geben ihm Plastizität (Maier 2008a: 15). *Licht* und *Schatten* unterstützen in der Malerei und im Film die Wahrnehmung der Räumlichkeit.

Der entscheidende Unterschied zwischen Bild- und Umgebungswahrnehmung ist die aus Bewegung generierte Tiefeninformation. Die *Bewegungsparallaxe* ermöglicht dem Beobachter, durch Eigenbewegung, Positionsveränderung des Objekts oder gleichzeitiger Bewegung von Beobachter und Objekt die räumliche Anordnung von Objekten zu erkennen (Guski 1996: 109). Verschiebt sich die Position des Betrachters, scheinen weit entfernte Objekte weniger schnell vorbeizuziehen als naheliegende (Maier 2008a: 15).

Zu den Augenbewegungen (Okulomotorik), die dem visuellen System die jeweilige Anpassung zur fovealen Abbildung ermöglichen, gehört die *Akkommodation*. Die dabei erfolgende Anpassung der Linsenbrechkraft an die jeweilige Distanz ist die eigentliche Scharfstellung des Auges. Die Veränderung der Muskelanspannung der Augenlinse liefert einen Hinweis auf die Entfernung eines Objekts (Maier 2008a: 16). Zusätzlich zu den biologisch-topologischen Tiefenhinweisen tragen unser vorhandenes Wissen über Formen, die Eigenwahrnehmung des Körpers und die Propriozeption zur visuellen Konstruktion von Raumtiefe bei (Mendiburu 2009: 14-19).

Abgesehen von der Akkommodation werden die bisher beschriebenen Tiefenhinweise normalerweise unter einem psychologischen Aspekt zusammengefasst, während die Akkommodation und die folgend beschriebenen binokularen Tiefenhinweise physiologischer Natur sind, weil sie auf anatomischen Erklärungsmustern basieren (Lipton 1982: 58).

3.2.2 Binokulares Sehen

Das binokulare Sehen ist möglich, weil das linke und das rechte Auge horizontal leicht versetzt zueinander liegen. Der Augenabstand misst durchschnittlich 65mm, kann aber je nach Geschlecht, Alter und Abstammung variieren zwischen 50 und 75mm (Maier 2008a: 18). Um ein Objekt im fovealen Bereich der Netzhaut abzubilden, wird dieses über Einschwenken (Konvergenz) oder Ausschwenken (Divergenz) der Augen fixiert, damit beide Augenstrahlen auf dem Fixierpunkt zusammentreffen. Diese Vergenzbewegungen – die Ebene der motorischen Fusion im Sehprozess – gehören zu den typischen binokularen Tiefenhinweisen (Köhl & Roth 1995: 91).

Wenn wir mit beiden Augen einen Gegenstand fixieren, wird dieser im fovealen Bereich auf der linken und der rechten Netzhaut deckungsgleich abgebildet. In diesem Fall tritt das binokulare Einfachsehen ein (Guski 1996: 162). Alle Punkte im Raum, die exakt korrespondierend abgebildet werden können, liegen auf dem theoretischen Horopter und erscheinen dem Betrachter gleich weit entfernt wie der Fixierpunkt (Mallot 1998: 124 ff.). Der Horopter wird geometrisch dargestellt mit dem Vieth-Müller-Kreis (Abb. 3.1), welcher der theoretischen Annahme eines geometrisch und physiologisch perfekten Augensystems mit exakt gleichen Sehwinkeln entspricht (Enders 1995: 47). Messungen haben ergeben, dass der empirische Horopter – der Umkreis der effektiv deckungsgleich abgebildeten Objektpunkte – schwächer gekrümmt ist als der theoretische Horopter (Enders 1995: 47).

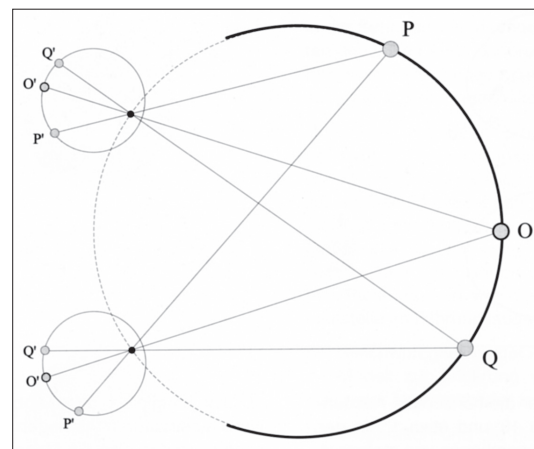


Abb. 3.1: Vieth-Müller-Kreis

Gegenstände, die nicht auf dem Horopter liegen, erzeugen nicht-korrespondierende Netzhautbilder (Guski 1996: 162). Die dabei entstehende binokulare Disparität kann anhand der Entfernung zwischen den jeweiligen Abbildern der Objektpunkte auf der linken und der rechten Netzhaut gemessen oder über die Differenz der Konvergenzwinkel des fixierten und des daneben liegenden Punktes definiert werden (Lipton 1982: 60; Mallot 1998: 129).

Die sensorische Fusion findet in den Nervenzellen der Sehrinde statt und ist die eigentliche Zusammenführung – oder das Verschmelzen – von deckungsgleichen Netzhautbildern (Köhl & Roth 1995: 91). Sie tritt dann in Kraft, wenn die monokularen Tiefenreize

auf beiden Augen in Bezug auf Grösse, Form, Struktur, Farbe, Helligkeit und Orientierung im Raum so ähnlich sind, dass sie zu einem Gesamtbild zusammengefügt werden können (Enders 1995: 43).

Bei der sensorischen Fusion besteht eine gewisse Flexibilität, was die Korrespondenz der Netzhautstellen betrifft. Sind die Disparitäten kleiner als ungefähr zwölf Bogenminuten, können die Bilder trotz nicht exakt übereinstimmender Bildpunkte fusioniert werden (Mallot 1998: 142). Diese Fusionsflexibilität wurde vom Augenarzt Peter Ludvig Panum im 19. Jahrhundert entdeckt und wird Panumbereich genannt (Köhl & Roth 1995: 95). Bei Objekten, die ausserhalb des Panumbereichs liegen, tritt das natürliche Doppelbildsehen (physiologische Diplopie) auf. Hierbei besteht eine zu grosse Disparität zwischen den korrespondierenden Bildpunkten, die Netzhautbilder können deshalb nicht mehr fusioniert werden. Wir sehen zwei Bilder, was wir jedoch auf Grund der Konzentration auf den fixierten Gegenstand nicht wahrnehmen (Enders 1995: 48). Bei gekreuzt liegenden Doppelbildern, die von einem Gegenstand V erzeugt werden, der auf einer Ebene vor dem fixierten Objekt O liegt, entsteht die sogenannte bitemporale Querdisparation (Netzhautabbildungen auf der Schläfenseite, vgl. Punkt V' in Abb. 3.2). Liegt der doppelt wahrgenommene Gegenstand H auf einer Ebene hinter dem fixierten Objekt O , entstehen gleich liegende Doppelbilder und man spricht von der binasalen Querdisparation (Netzhautabbildungen auf der Nasenseite, vgl. Punkt H' in Abb. 3.2) (Enders 1995: 48 ff.).

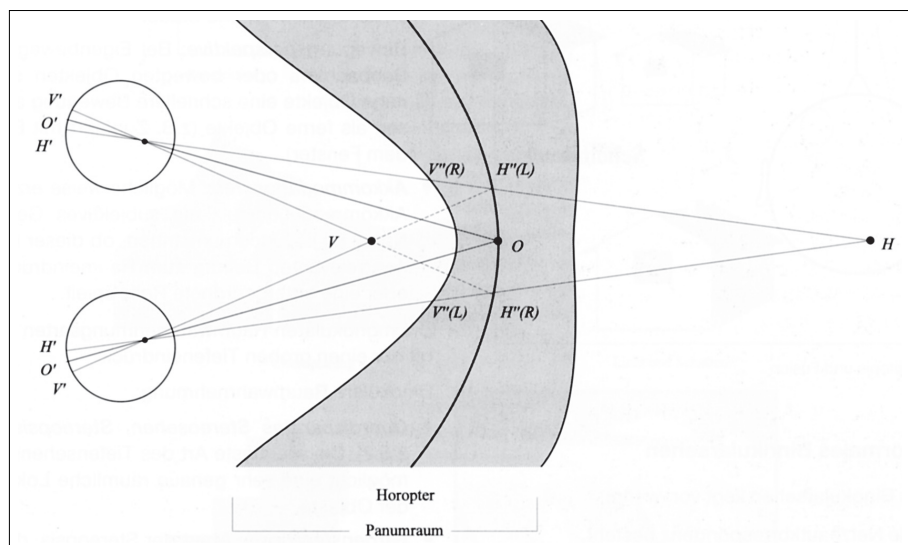


Abb. 3.2: Panumbereich mit bitemporaler und binasaler Querdisparation

3.2.3 Stereopsis

Die Stereopsis ist die höchste Qualitätsstufe des räumlichen Sehens und tritt auf, wenn die binasale oder bitemporale Querdisparation innerhalb des Panumbereichs liegt (Köhl & Roth 1995: 97). In diesem Fall kann die sensorische Fusion stattfinden: Aus der räumlichen Abstufung zwischen disparat abgebildeten Objekten und dem exakt korrespondierend abgebildeten Objekt berechnet das visuelle System das dreidimensionale Perzept (Köhl & Roth 1995: 99). Die bitemporale Verschiebung erzeugt einen Tiefeneindruck, der disparate Objekte im vorderen Raumbereich stehen lässt, die binasale Querdisparation verschiebt sie

räumlich nach hinten (Situation 1, wenn Gegenstand V in Abb. 3.2 innerhalb des Panumbereichs liegt, Situation 2, wenn Gegenstand H in Abb. 3.2 innerhalb des Panumbereichs liegt) (Köhl & Roth 1995: 89 f.).

1980 entdeckten die Neurowissenschaftler Peter Burt und Bela Julesz (1980: 615 ff.) einen weiteren Faktor, der die erfolgreiche Fusion des linken und rechten Bildes beeinflusst, wenn sich neben dem fixierten Objekt ein weiteres befindet: den Disparitätsgradienten. Dieser ist definiert über die Differenz der Netzhautdisparitäten der zwei Objekte, geteilt durch die Winkelgrösse ihrer Distanz vom Betrachter aus gesehen. Überschreitet der Disparitätsgradient ein Grad, ist eine Fusion auch innerhalb des Panumbereichs nicht möglich.

3.2.4 Effizienz der Tiefenhinweise

Weshalb greift das visuelle System auf eine so grosse Anzahl von Tiefenhinweisen zurück, wenn doch mit der Stereopsis die eigentliche Dreidimensionalität gewährleistet ist? Die Antwort liegt in der unterschiedlichen Wirksamkeit der einzelnen Faktoren. Die Psychologen James E. Cutting und Peter M. Vishton (1995: 99) haben sich intensiv mit der Wirkungsdistanz der Tiefenhinweise beschäftigt und diese in drei Gruppen aufgeteilt: Verdeckung, Grössenkonstanz und Texturdichte bleiben unabhängig von der Distanzzunahme zwischen Beobachter und Objekt immer gleich effektiv. Die Informationsstärke von Bewegungsparallaxe, Höhe im Gesichtsfeld, Akkommodation und Konvergenz nimmt mit zunehmender Distanz ab. Die Stereopsis ist ebenfalls nur beschränkt wirksam, sie verliert ihre Wirkung ab dreissig Metern Distanz rapide. Die atmosphärische Perspektive ist der einzige Faktor, der bei Distanzvergrößerung zunimmt.

Der S3D-Film präsentiert nun dem linken und dem rechten Auge zwei leicht unterschiedliche Bilder, die eine Querdisparation aufweisen, welche im Herstellungsprozess des Films festgelegt wurde. Die sensorische Fusion dieser beiden Bilder im Verarbeitungsapparat des Zuschauers erzeugt ein dreidimensionales Filmerlebnis, das der Umgebungswahrnehmung nachempfunden ist.

Basierend auf den Wirkungsmessungen der Tiefenhinweise hält Cutting (1997: 34) fest, dass keiner der einzelnen Hinweise geometrisch bzw. euklidisch exakte Raumdaten liefert. Das visuelle System ist nicht fähig, genaue Masse aus der Beobachtung der Umgebung zu entnehmen, was vor allem auf grössere Distanzen verglichen mit dem euklidischen Raum zu verzerrten Wahrnehmungsbildern führen kann. Lipton (1982: 160) und Kognitionsprofessor Marino Menozzi (2010)⁴ bestätigen dasselbe und weisen darauf hin, dass die Aufnahme von S3D-Bildern nach euklidischer Geometrie und die spätere Wahrnehmung des visuellen Systems derselben Bilder mit Wahrnehmungswerkzeugen, die nicht fähig sind, euklidische Raummasse exakt zu erfassen, zu einem schwierigen Konflikt führen können. In Kapitel 5 werde ich in Bezug auf die Filmästhetik und Wahrnehmung von wirklichen und computergenerierten Welten noch einmal auf diesen Aspekt eingehen.

⁴ Telefongespräche, Juni 2010.

3.3 Bild- und Filmwahrnehmung

Die Bildbetrachtung dient nicht dem Zweck der Orientierung, sondern der geistigen Anregung und war von der Natur so nicht vorgesehen. Weil das visuelle System nicht mehr so stark belastet ist mit Wahrnehmungsarbeit, können höhere kognitive Prozesse wie Denken und Erinnern stärker eingesetzt werden (Kebeck 2006: 74). Oder wie Schönhammer (2009: 182) es ausdrückt: «Wer Bilder anschaut, steht in der Regel nicht unter Handlungsdruck.»

Besonders in der Tiefenwahrnehmung unterscheiden sich die Bedingungen eines zweidimensionalen Bildes und die Voraussetzungen in der Umwelt. Von den oben erläuterten Tiefenhinweisen sind nur die Perspektive, die Grössenkonstanz, die Texturdichte, die Verdeckung, die Höhe im Gesichtsfeld und die Schattierung auf eine räumliche Bildwahrnehmung anwendbar (Rehkämper 2007: 111; Livingstone 2002: 101). Der wesentliche Unterschied zur Umgebungswahrnehmung liegt im Wegfallen von Bewegungsreizen, der Akkommodation, der Vergenzbewegungen und der Stereopsis (Cutting 2003: 225; Schönhammer 2009: 169 f.).

Der zweidimensionale Film ist ebenfalls ein Produkt des Menschen und auf dessen Bedürfnisse und Wahrnehmungsfähigkeiten abgestimmt. Der stationäre Zuschauer betrachtet wie bei der Bildwahrnehmung ein flaches Bild, das auf eine statische Leinwand projiziert wird. Vom Bild selbst innerhalb der Leinwandrahmung gehen jedoch wie bei der Umgebungswahrnehmung Bewegungsreize aus, die wiederum bestimmte Tiefen- und Objektreize verstärken. Zusätzlich bedient der Ton eine weitere Sinnesebene – zu Beginn der Filmgeschichte nur durch separat erzeugte Geräusche und Musik, ab Ende der 1920er Jahre dann mit Stimmen und heute mit dem Surround-System und einem bis ins letzte Detail ausgearbeiteten Sound Design, was wesentlich zur Räumlichkeit des Films beiträgt.

3.3.1 Zur Geschichte der Filmwahrnehmungstheorien

Der Vergleich der Filmwahrnehmung mit der natürlichen Funktion unserer Sinnesorgane beschäftigte Theoretiker und Psychologen schon sehr früh in der Filmgeschichte. Als Erster verband Hugo Münsterberg (1916) in seiner Schrift *The Photoplay. A Psychological Study* psychologische Ansätze mit der Wahrnehmung des Films. Wie auch Rudolf Arnheim sechzehn Jahre später war es Münsterberg ein Anliegen, den Film als Kunst zu etablieren, in einer Gesellschaft, die den Film grösstenteils als billiges, mechanisches Abbildungsverfahren der Realität auffasste. Indem Münsterberg (1916: 71 ff.) die Kunst als Überwindung der Wirklichkeit definierte und die Erschaffung einer Scheinwelt sowie die Beschränkung auf das Wesentliche forderte, legitimierte er die vielen «Defizite» des Films gegenüber der Wirklichkeit und schloss daraus, dass auf Grund dieser Unterschiede der Film eben keine einfache mechanische Abbildung der Realität sei. Die Flächigkeit als physikalische Eigenschaft der Leinwand und die nichtsdestotrotz auf Bewusstseinssebene wahrgenommene Tiefenwirkung standen bei Münsterberg im Zentrum. Als Vergleich für eine wirklichkeitsgetreuere Darstellungsform zog Münsterberg (1916: 42 f.) das Stereoskop herbei und erwähnte auch die Möglichkeiten des Films mit der Doppelbildaufnahme und

-projektion.⁵ Allerdings kam für ihn dieser Versuch der Nachahmung der Wirklichkeit nicht in Frage, weil für das richtige Filmerleben eine solch reale Tiefe nicht gefragt sei (Münsterberg 1916: 86).

Auch für Arnheim (1932: 81 ff.) stand die Flächigkeit der Bilder im Mittelpunkt. Sie war für ihn zentraler Bestandteil der formalen Bildgestaltung, weil sie durch die Rahmung eine ästhetisch gestaltbare grafische Anordnung ermöglicht. In allen Neuerungen, die zur Zeit, als Arnheim sein wichtiges Werk schrieb, vor sich gingen, sah er eine Bedrohung der Flächigkeit und somit den Untergang des Films als Kunst. Dem S3D-Film, von ihm «Komplettfilm» genannt, war er besonders abgeneigt (Arnheim 1932: 317). Im Vorwort zur deutschen Neuauflage seines Buchs korrigiert Arnheim (1979: 4) seine Haltung gegenüber dem S3D-Film jedoch. Mit einem guten Verfahren wäre er künstlerisch ebenso gut verwendbar wie der bisherige Film. Leider geht er nicht weiter darauf ein, denn diese Aussage relativiert seine Ausführungen zur grafischen Flächengestaltung, auf die er 1932 die ganze künstlerische Wirkungskraft des Films setzte.

Im Gegensatz zu Münsterberg und Arnheim begrüßte André Bazin 1946 sämtliche Entwicklungen der Filmtechnik, die den Film und seine Wahrnehmung dem «totalen Film», also der perfekten Replikation der Umgebungswahrnehmung, einen Schritt näher brachten (Schweinitz 2006: 141 f.). In welchem Verhältnis der aktuelle S3D-Film zu diesem laut Bazin (1946: 45 f.) uralten Traum der Erfinder steht, wird sich in den Kapiteln 4 und 5 zeigen.

Während der nächsten rund 40 Jahre war der Film nur selten Untersuchungsgegenstand der Psychologie und der physiologischen Wissenschaften. Erst mit der Entwicklung der Filmwissenschaft als neue akademische Disziplin in den 1960er Jahren fand auch von Seiten der Filmtheoretiker eine verstärkte Konzentration auf die Wahrnehmung des Films und seine Verarbeitung statt (vgl. Tan 2007: 562). Dabei entstanden zwei grundlegende Richtungen der Rezeptions- und Zuschauertheorien, die ihr Feld bis heute noch dominieren: Die auf der Psychoanalyse von Sigmund Freud und Jacques Lacan basierenden Ansätze und der kognitionstheoretische Ansatz.

Die intensive wissenschaftliche Auseinandersetzung mit rein physiologischen Aspekten der Filmwahrnehmung ist jedoch auch heute noch nicht sehr umfangreich. Gibson (1979: 292 ff.) interessiert sich in Bezug auf den Film vor allem für das Auftreten von Invarianten.⁶ Allerdings erweist er sich als nicht sehr guter Kenner der Filmtechnik und bleibt in seinen Ausführungen sehr unpräzise. Gibsons Invarianz-Theorie ist in Bezug auf den Film viel zu einfach geknüpft und kann viele Elemente der Stimuluskomplexität beim Betrachten eines Films nicht erklären (Tan 2007: 564). Der Psychologe Julian Hochberg (u.a. 1978 & 1996) untersuchte, teilweise zusammen mit Virginia Brooks, physiologische und kognitive Aspekte der Wahrnehmung von Bewegung im Film und des Schnitts. Die Gründer der *Society for Cognitive Studies of the Moving Image*, Joseph D. Anderson und Barbara Fisher Ander-

⁵ Aus Münsterbergs (1916: 42 f.) Beschreibung der Herstellung eines S3D-Films lässt sich schliessen, dass er gut über damals vorhandene Systeme informiert war. Leider erwähnt er keine Informationsquelle.

⁶ Vgl. auch Cutting (2007: 499); Kebeck (2006: 35) und Guski (1996: 44 ff.).

son (1978/1980/1993), setzen sich intensiv für das richtige Verständnis der Wahrnehmung von bewegten Bildern ein.

Mit dem S3D-Film wird das sinnliche Erlebnis ‚Film‘ um einen wichtigen Wahrnehmungsfaktor ergänzt, der meines Wissens bisher noch nicht Teil von psychologischen Untersuchungen wurde, die physiologische mit höheren kognitiven Prozessen verbinden. Deshalb ist zu hoffen, dass bald die eine oder andere interessante Untersuchung zur Wirkungsweise des S3D-Films entsteht.

3.3.2 Aspekte der Filmwahrnehmung

Der Kamerablick wird dem Zuschauerblick der Umgebungswahrnehmung häufig gleichgestellt, doch dies ist, wie zum Beispiel ein Versuch von Gibson (1979: 320) zeigt, nicht korrekt. Gibson sieht grosse Ähnlichkeiten zwischen Kamera- und Kopfdrehungen sowie Blickfeld und Bildausschnitt, letzteres, weil beide Begrenzungen aufweisen. Aber wie schon Arnheim (1932: 31) richtig erkannt hatte, ist diese Annahme falsch, denn unsere Augen sind durch sakkadische Sprünge ständig in Bewegung und vergrössern so das theoretische Gesichtsfeld (Guski 1996: 76 f.). Das messbare binokulare Gesichtsfeld von 120 Grad vertikal und 180 Grad horizontal gilt nur für geradeaus gerichtete, unbewegliche Augen – ein Zustand, der im normalen Alltag nie auftritt (Guski 1996: 82).

Die Kadrierung stellt in der Filmbild- wie auch in der Bildwahrnehmung einen wesentlichen Unterschied zur Umgebungswahrnehmung dar. Die Kinoleinwand ist ein stark eingeschränkter Ausschnitt einer fiktionalen Welt, der aus bestimmten Gründen vom Filmemacher so gewählt wurde und deckt nicht im geringsten das gesamte mögliche Wahrnehmungsfeld ab. Hinzu kommt, dass das natürliche Gesichtsfeld eher oval geformt ist, während die Leinwand normalerweise eine rechteckige Form aufweist (Johnson 1974: 11).

Der kleine Ausschnitt der Filmwelt endet nicht an den Bildrändern. Im Off-Raum öffnet sich ein ganzer filmischer Raum, den der Zuschauer entweder aus früheren Einstellungen schon kennt oder über den er nur spekulieren kann. Sowohl für Münsterberg (1916: 45) wie auch für Arnheim (1932: 98) ist der Bildrahmen ein willkommenes Mittel, die Künstlichkeit des Filmbildes zu unterstreichen.

Eine Parallele zwischen Filmbildausschnitt und Gesichtsfeld lässt sich jedoch ziehen. Je nach Projektionsgrösse und Zuschauerdistanz zur Leinwand kann das Auge auch ein Filmbild nicht ‚auf einen Blick‘ erfassen, sondern tastet dieses ab nach wichtigen Informationen oder wird geführt durch vom Filmemacher gesetzte aufmerksamkeitserregende Stimuli. Die Aufmerksamkeitslenkung basiert auch im Film auf Elementen der Umgebungswahrnehmung. Das periphere Rezeptorenfeld der Netzhaut, das besonders auf die Wahrnehmung von Reizveränderungen wie zum Beispiel Bewegung und in Farbtönen reagiert, wird beim Betrachten eines Films ebenso angesprochen wie in der Wirklichkeit (Menozzi 2010). Bewegung, der gezielte Einsatz anderer Mittel wie Farbe oder Licht und Schärfenverlagerungen geben dem Film besondere Kontrolle über die Aufmerksamkeit des Zuschauers.

Im Laufe der Filmgeschichte wurde immer wieder versucht, die Leinwand bzw. das Filmformat zu vergrößern, um das Filmerlebnis zu verstärken. Einige Neuerungen wie das IMAX-Format konnten sich etablieren, andere wurden nach kurzer Zeit abgesetzt. Nun folgt einmal mehr die räumliche Anpassung an die Stereopsis des visuellen Systems. Es drängt sich sofort die Frage auf, wie sich die Kadrierung auf das wirklichkeitsnahe Seherlebnis des 3D-Films auswirkt. Ist die Beschränkung auf allen Seiten verträglich mit der Annäherung an die Funktionsweise der Umgebungswahrnehmung? Die Folgen und möglichen Auswirkungen auf die Bildgestaltung innerhalb der Kadrierung werden in Kapitel 4.6 besprochen.

In seiner neusten Publikation *Moving Viewers. American Film and the Spectator's Experience* beschäftigt sich Carl Plantinga (2009: 6) mit der seiner Meinung nach in der Filmwissenschaft bisher vernachlässigten emotionalen Seite der Filmwahrnehmung. Sein neuer «kognitiv-perzeptiver» Ansatz verbindet bewusste und unbewusste kognitive Prozesse der affektiven Zuschauererfahrung. Dieser Ansatz basiert darauf, dass der Zuschauer den Film nicht nur mit den Augen aufnimmt, sondern dass der gesamte Körper am Wahrnehmungsprozess beteiligt ist.

Die starke Physikalität der Filme, die der Zuschauer über seinen Körper aufnimmt, kann laut Plantinga (2009: 118) sehr aggressiv werden, insbesondere bei Schrecksituationen, die zum Beispiel über schnelle Bewegungen ausgelöst werden. An der Reaktion, die in diesem Fall zum Zusammenzucken führen kann, ist das gesamte neurobiologische System des Menschen beteiligt (vgl. Bauer 2002: 35/52 ff.).⁷ Eine wichtige Rolle spielt dabei auch die Übereinstimmung des Bildaufbaus mit dem Aufbau der optischen Anordnung, wie der Zuschauer sie in seiner alltäglichen Umgebung wahrnimmt. Die Unterscheidung zwischen referentiell und perzeptivem Realismus macht deutlich, dass der Zuschauer Bildinhalte einerseits über Faktoren, welche die repräsentierte fiktionale Welt mit dem visuellen und sozialen Kontext der alltäglichen dreidimensionalen Welt verbindet und andererseits anhand einer optischen Referenzbeziehung zur Wirklichkeit verarbeitet (Plantinga 2009: 113). Der Begriff des perzeptiven Realismus (*perceptual realism*) wurde 1992 vom Filmwissenschaftler Stephen Prince auf computergenerierte Bilder angewendet, weil diese nicht in das Verständnis des referentiellen Realismus (*referential realism*) einzuordnen waren. Filmbilder oder Teile davon, die nicht der Wirklichkeit des Menschen entspringen, in den 1990er Jahren zum Beispiel die Dinosaurier aus JURASSIC PARK (Steven Spielberg, USA 1993) oder der Terminator, können keine Verbindung zu einem Referenzobjekt vor der Kamera aufweisen (Prince 1992: 28). Prince (1992: 36) konzentriert seine Aussage zwar auf computergenerierte Bilder, betont aber abschliessend, dass der perzeptiv Realismus – «the accurate replication of valid 3D cues» – die Grundlage für die allgemeine Transformationsleistung des Kinos sei.

⁷ Der gesamthafte Blickwinkel der Neurobiologie wird in dieser Arbeit beiseite gelassen. Für mehr Informationen zum Thema vgl. Bauer (2002).

Damit ein Filmbild mit einem Anspruch auf eine fiktionale, kohärente Welt vom Zuschauer als glaubwürdig wahrgenommen wird, egal, ob der Inhalt des Bildes auf ein Referenzobjekt in der Wirklichkeit verweist oder nicht, müssen also neben der Einbindung sozialer Alltagsfaktoren vor allem auch visuelle Regeln beachtet werden: die *3D-cues* oder Tiefenhinweise. Das visuelle System des Zuschauers kann so beim Kinobesuch die Räumlichkeit des visuell erlebten Alltags nachempfinden.

3.3.3 Die Dreidimensionalität des zweidimensionalen Films

Der zweidimensionale Film besteht aus der Projektion von zweidimensionalen Bildern auf eine flache Leinwand. Die weiter oben beschriebenen monokularen Tiefenhinweise liefern dem Zuschauer jedoch genügend Informationen, um sich aus dem flachen Bild eine dreidimensionale filmische Welt zu konstruieren. Zusätzlich formen die zeitliche und narrative Ebene des Films das dreidimensionale Raumerlebnis mit.

Raum, Zeit und Narration werden im Rahmen des klassischen Kontinuitätssystems üblicherweise als Bestandteile des filmischen Raums verstanden. Dieser Tradition folgend schreibt der Filmwissenschaftler Rayd Khouloki (2009: 11 ff.), dass für das Verständnis der meisten Filme eine Geschlossenheit der Parameter Zeit, Raum und Logik der Handlung Voraussetzung sei. Weiter diene der Raum als Grundlage für eine zeitliche Ausdehnung. So definiert Khouloki (2009: 15) den filmischen Raum als eine «Illusion eines in sich geschlossenen, eigenständigen, homogenen, dreidimensionalen Universums». Damit lässt sich sein Ansatz der von Filmwissenschaftler Hermann Kappelhoff (2005: 139) beschriebenen Rückkehr des Begriffs des Handlungsraums in die neoformalistische Filmanalyse zuordnen, bei welcher der filmische Raum als Handlungsraum das Verständnis der Filmerzählung überhaupt ermöglicht. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Parameter der filmischen Raumbildung auf den Bedingungen der Alltagswahrnehmung basieren.

Für die vorliegende Arbeit wird der Begriff des filmischen Raums aus der Verwendung als Überbegriff für ein raum-zeitliches und narratives Konstrukt herausgelöst. Im Zentrum stehen die einzelnen Einstellungen und bedingt auch die Übergänge dazwischen. Den filmischen Raum definiere ich als durch die Leinwand begrenzten Bildraum innerhalb einer Einstellung mit dreidimensionaler Tiefenwirkung, die der Zuschauer im Sinne Plantingas (2009) und Prince' (1992) auf Grund einer Übereinstimmung der physiologischen Voraussetzungen mit Tiefenhinweisen im Filmbild wahrnehmen kann. Der filmische Raum ist die Basis für eine Handlung, gleichzeitig wird er aber auch durch diese mitgeformt, denn die sich bewegenden Figuren und Objekte tragen wesentlich zur Erzeugung von Tiefenhinweisen im Bild bei.

Wie auch in der Umgebungswahrnehmung die Räumlichkeit der Umwelt erst durch die Verarbeitung im visuellen System entsteht, wird der filmische Raum ebenfalls durch kognitive Verarbeitung der Tiefenhinweise im Bild konstruiert: Der filmische Raum entsteht im Kopf des Zuschauers.

Die monokularen Tiefenhinweise Perspektive, Grössenkonstanz, Texturdichte, Verdeckung, Höhe im Gesichtsfeld und Schattierung werden eingesetzt, um den filmischen Raum zu gestalten. Perspektivische Beziehungen können mit bestimmten Objektiven beeinflusst werden, ebenso die Grössenkonstanz und relative Dichte; Verdeckung ist im Film ein Faktor, der permanent vorhanden ist und den wir als normal empfinden; die Höhe im Gesichtsfeld wird mit der Höhe der Kamera beeinflusst (Cutting 2005: 10 ff.). Einzig die Arbeit mit Licht- und Schattenverhältnissen ist für Cutting (2005: 16) unwichtig zur Wahrnehmung von Räumlichkeit im Film. Dem ist zu widersprechen, wie auch Ausführungen von Lipton (1982: 56) und Khouloki (2009: 42 ff.) zeigen, denn gerade mit der Lichtsetzung kann die Plastizität von Objekten betont werden. Im zweidimensionalen Film fallen die Vergenzbewegungen der Augen sowie die Stereopsis weg. Die Augen akkomodieren einmalig auf die Distanz zur Leinwand (Lipton 1982: 100). Im S3D-Film hingegen findet zwar eine einmalige Akkommodation auf die Leinwand statt, die Konvergenz muss aber ständig auf die Distanz der im filmischen Raum platzierten Objekte angepasst werden (vgl. Kap. 4.2) (Mendiburu 2009: 20 f.).

Wie in der Malerei und Fotografie beeinflussen zusätzlich zu den klassischen Tiefenhinweisen die Parameter Blick- bzw. Kamerawinkel und Bildausschnitt bzw. Einstellungsgrösse die Raumwirkung eines Filmbildes (vgl. Johnson 1974: 19-22). Die Wahl eines bestimmten Blickwinkels wirkt sich vor allem auf die Perspektive aus. So kann zum Beispiel ein Gebäude, das aus der Froschperspektive abgebildet wird, grösser wirken, als es eigentlich ist. Die Einstellungsgrösse ist entscheidend für die Menge an Raum, die gezeigt wird in einem Bild. Eine Gross- oder Detailaufnahme eines Objekts kann diesem zwar Plastizität geben, schliesst aber die gesamte Räumlichkeit rundherum aus. Eine Totale hingegen ermöglicht eine Entfaltung der räumlichen Wirkung durch die Anordnung von Objekten im Raum und durch die Licht- und Farbgestaltung. Der Film verfügt zudem über die einzigartige Eigenschaft, innerhalb einer Einstellung über Schärfenverlagerungen mit dem filmischen Raum und der Raumerfahrung des Zuschauers zu spielen (Smid 2006: 285).

In der Fotografie und im Film muss der Objektivbrennweite eine besondere Rolle zugeschrieben werden. Lange Brennweiten haben die Eigenschaft, die einzelnen Tiefenebenen zusammenzustauchen, so dass diese regelrecht hintereinander kleben. Die Räumlichkeit geht dadurch verloren. Kurze Brennweiten dagegen verstärken die Tiefenwirkung (Monaco 2000: 75-79). Wie sich die Brennweitengrösse auf die Tiefenwirkung im S3D-Film auswirkt, wird in Kapitel 4.5.2 besprochen.

Die so verarbeiteten Tiefenhinweise bilden einen statischen Bereich der Bedeutung von Form, Grösse und Struktur von Objekten und deren Beziehung zueinander. Die Bewegungsparallaxe hingegen ist ein bewegungsinduzierter Tiefenhinweis und zeichnet den Film in seiner Einzigartigkeit gegenüber anderen abbildenden Medien aus. Die Bewegung von Kamera und/oder Objekten ist im zweidimensionalen Film das entscheidende Element zur Tiefenerzeugung, weil sie Objekte und Figuren mit Auf- und Verdeckung zueinander in Beziehung stellt und auch den Zuschauer involviert (Khouloki 2009: 11).

Zusammengefasst kann im zweidimensionalen Film mit der Gestaltung des Bildinhalts (Platzierung von Objekten und Figuren, Ausstattung und Dekor, Farbgestaltung, Lichtsetzung, Gestaltung durch Schärfentiefe) und der Kadrierung (Formatwahl, verwendete Objektive, Einstellungsgrösse, Kamerawinkel und -bewegung) die erwünschte Wirkung der Tiefenhinweise erzielt und ein filmischer Raum erschaffen werden. Dasselbe gilt auch für den 3D-Film, nur bedürfen diese Faktoren einer differenzierten Behandlung, und sie werden durch zusätzliche stereospezifische Parameter ergänzt.

3.3.4 Wahrnehmungsräume im Alltag und im Film

Die Wahrnehmung der uns umgebenden Welt und die dabei zum Einsatz kommenden Tiefenhinweise hängen stark von den Distanzen zwischen Beobachter und Objekt ab. Die Untersuchung von Cutting und Vishton (1995, vgl. Kap. 3.2.4) zum Wirkungsbereich der einzelnen Tiefenhinweise beleuchtet, welche Tiefenhinweise auf welche Distanz wirken. In einer aktuelleren Studie überträgt Cutting (2005) die dabei entstandene Einteilung in drei verschiedene Beobachterumkreise auf den Film:

Der persönliche Raum (*personal space*) erreicht vom Betrachter aus einen Radius von ungefähr zwei Metern. In diesem Umkreis sind Verdeckung, Stereopsis, Grössenkonstanz, Konvergenz und Akkommodation wirksam. Das Eindringen einer anderen Person in diesen Raum wird nur in intimen Situationen zugelassen (Cutting & Vishton 1995: 100). Der Film bewegt sich sehr selten im persönlichen Raum, weil eine solche Nähe zum Geschehen für den Zuschauer sehr unangenehm sein kann (Cutting 2005: 17).

Im Handlungsraum (*action space*) sind vor allem die Höhe im Gesichtsfeld und die Bewegungsparallaxe wichtig. Verdeckung und Grössenkonstanz bleiben weiterhin konstant, während die Wirksamkeit von Akkommodation und Konvergenz abnimmt. Stereopsis und Bewegungsparallaxe verlieren ab dreissig Metern schnell an Bedeutung, deshalb setzen Cutting und Vishton (1995: 101) den Handlungsraum zwischen zwei und dreissig Metern fest. Sowohl unser alltägliches Leben mit allen Interaktionen wie auch die Filmhandlungen spielen sich hauptsächlich in diesem Umkreis ab (Cutting 2005: 17).

Der Sehraum (*vista space*) beginnt bei ungefähr dreissig Metern. Hier sind nur noch die traditionellen Tiefenhinweise (*pictorial cues*) brauchbar, also Verdeckung, Grössenkonstanz, Texturdichte und atmosphärische Perspektive (Cutting 2005: 16). Der Sehraum ist im Film meistens der Hintergrund in undefinierbarer Entfernung und ist nicht Schauplatz für Handlungen (Cutting 2005: 17).

Im Artikel *Reconceiving Perceptual Space* spricht Cutting (2003: 225) von einem Informationskonflikt, der auftritt, wenn dem visuellen System bei der Bildbetrachtung einerseits einige Tiefenhinweise geboten werden, andererseits aber wichtige Informationen wie die Stereopsis fehlen. Daraus erklärt er sich, dass für das Betrachten eines zweidimensionalen Films die ideale Distanz zwischen Leinwand und Zuschauer circa zwanzig Meter betrage, weil der Stereopsis auf diese Entfernung keine grosse Bedeutung mehr zugemessen werde. So könne dem Zuschauer durch eine direkte Verankerung im Kinodispositiv vermittelt

werden, dass es sich um eine Betrachtungssituation und nicht um Umgebungswahrnehmung handelt. In *Perceiving Scenes in Film and in the World* überträgt Cutting (2005: 14) diese Überlegung auf den S3D-Film und schliesst daraus: «I think stereo films fail as an important medium because stereo in the real world enhances noticeable depth differences only nearest to the viewer and [...] this is not a region of space that is important to most filmmakers».

Auch wenn Cutting (2005: 14) dieses Thema aus einem problematischen Gesichtspunkt betrachtet, nämlich unter der Behauptung, dass die Stereoskopie in der bisherigen Filmgeschichte keine grosse Rolle gespielt habe, so spricht er damit einen Aspekt an, der für die Herstellung von S3D-Filmen durchaus von Bedeutung ist in Bezug auf die Ausdehnung des künstlich erzeugten dreidimensionalen Raums. In Kapitel 4.7 werde ich auf diesen Informationskonflikt eingehen.

3.3.5 Zusammenfassung

Die kurzen Ausführungen über Wahrnehmungstheorien zum Film auf physiologischer Ebene haben gezeigt, dass dieses Forschungsfeld von sehr unterschiedlichen Denkweisen geprägt ist und es bis heute keine ganzheitliche Erklärung für das gesamte Phänomen der Filmwahrnehmung, -verarbeitung und -interpretation bieten kann. Die Erläuterung einzelner konkreter Aspekte der Tiefenerzeugung im zweidimensionalen Film machte deutlich, dass auch der «flache» Film fähig ist, mit Hilfe von Bildelementen und deren Gestaltung und mit der Vorstellungskraft des Zuschauers räumliche Tiefe zu suggerieren.

Für meine Auseinandersetzung mit dem S3D-Film und konkreten formalen Elementen lasse ich den emotionstheoretischen Blickwinkel bewusst beiseite, weil dieses grosse Forschungsfeld den Rahmen dieser Arbeit sprengt. Mein Ansatz ist von physiologisch-kognitiver Natur. Physiologisch, weil grundlegende physikalische Funktionen des visuellen Systems im Zentrum stehen und kognitiv, weil die Stereopsis, ein Grundverarbeitungsschritt der Umgebungswahrnehmung, miteinbezogen wird.

Abschliessend möchte ich auf die Ähnlichkeit von Bild- und Filmbildwahrnehmung aufmerksam machen, denn beide bilden Teile der Gesetzmässigkeiten der physikalischen Welt nach, oder wie Kebeck (2006: 114) sagt: Sie geben die «Regelhaftigkeit der visuellen Informationsverarbeitung wieder». Und weil es sich nur um ein Nachbilden der Umgebungswahrnehmung handelt, können bei der Reizverarbeitung auch Widersprüche auftreten, die entweder gezielt eingesetzt werden, um den Betrachter zu täuschen, oder die ungewollt auftreten und zu Verwirrung oder im Fall des S3D-Films auch zu Kopfschmerzen führen können.

4. Möglichkeiten und Grenzen der Filmstereoskopie

Alles aus einer zweidimensionalen Bildwelt ist laut S3D-Produzent Josef Kluger (2010) aus Deutschland auch irgendwie in eine dreidimensionale Bildwelt übersetzbar.¹ Es gilt nur, herauszufinden wie, denn: «In stereo you don't get away with a lot of cheating that works in 2D» (Ralston 2010). Die S3D-Filmproduktion befindet sich in einer Phase der Neuentdeckung und Weiterentwicklung, in der noch alles möglich ist. Für Nick Sieber (2010) vom Television Production Center Zürich ist wichtig, dass man zum aktuellen Zeitpunkt alles ausprobiert, bevor man Regeln aufzustellen beginnt, denn nur so lassen sich die Möglichkeiten und Grenzen des S3D-Films erkunden.²

Gleichzeitig sieht sich der Zuschauer mit neuen Seherlebnissen konfrontiert. Das Betrachten eines S3D-Films bringt eine stärkere Belastung für Augen und Gehirn mit sich (Mendiburu 2009: 26). Die Wahrnehmungsvorgänge sind komplexer und steigern die Hirn- und Muskelaktivitäten. Laut Sieber (2010) ist ein Prozess der Gewöhnung nötig, vergleichbar mit dem MTV-Effekt, der die Adaptierung des Zuschauergeschmacks an die schnell geschnittenen Programme umfasst – etwas, was dem Publikum vor 20 Jahren noch nicht zuzumuten gewesen wäre.

Das folgende Kapitel erläutert die Eigenschaften und Grundparameter der Filmstereoskopie sowie deren Zusammenhänge mit der Umgebungswahrnehmung, fasst die wichtigsten technischen Aspekte in Bezug auf ihre Möglichkeiten und Grenzen zusammen und zeigt einzelne Punkte anhand von aktuellen Filmbeispielen auf. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit oder auf einen zu befolgenden Regelkatalog gestellt. Die Ausführungen sollen informativ sein und Anstoss geben zur weiteren Auseinandersetzung mit dem S3D-Film mit Blick auf physiologische Aspekte und neue Bildästhetik.

4.1 Grundparameter der Filmstereoskopie

Die einzelnen Stereoparameter sind wichtige, mit Vorsicht einzusetzende Faktoren zur Erzeugung des Tiefeneffekts. Sie werden vom Stereographen mit Berücksichtigung der menschlichen Wahrnehmungsfähigkeiten berechnet. Heute unterstützt eine meistens vom jeweiligen Stereographen selbst entwickelte Software die Berechnungen. Diese zeigt über farbliche Abstufungen an, in welchem Umfang die Einstellungen der Stereoparameter umsetzbar sind. Die Angaben der Software allein seien jedoch nicht verlässlich, wie Roger Koller (2010), Produktionsleiter im Postproduktionshaus On Line Video 46 Zürich, betont. Umso wichtiger ist deshalb die Setpräsenz und Erfahrung des Stereographen, der letztendlich darüber entscheidet, ob eine Einstellung realisierbar ist oder nicht.

1 Präsentation, FMX Stuttgart 2010 & Media Future Day Zürich 2010.

2 Interview, Juni 2010.

4.1.1 Scheinfenster und Stereoraum

Die Projektionsfläche des Films – die Leinwand oder der Bildschirm – wird Scheinfenster genannt, weil der Zuschauer auf Grund der physischen Begrenzung die Filmwelt wie durch ein Fenster betrachtet. Es trägt unterschiedliche Namen: Im Englischen Sprachraum wird es hauptsächlich *stereoscopic window* (vgl. Mendiburu 2009: 79) oder *stereo window* (vgl. Lipton 1982: 95) genannt, im deutschsprachigen Raum spricht man grösstenteils vom Scheinfenster (vgl. Maier 2008a: 18). Die Lage des Scheinfensters wird durch die Bildebene, auf der sich die beiden Kameraachsen treffen, definiert.

Die relative Positionierung von Objekten und Figuren im Stereoraum in Bezug zum Scheinfenster ist die wichtigste Aufgabe beim Drehen eines S3D-Films (Mendiburu 2009: 97). Der Stereoraum ist das für eine Szene zur Verfügung stehende Raumvolumen, das bei ca. zwanzig Metern vor der Leinwand beginnt und ungefähr bis zwanzig Meter dahinter reicht. Die aufgezeichnete Raummenge, die in der vorfilmischen Welt vor der Kameralinse beginnt und in der Unendlichkeit endet, muss in dieses Volumen gepasst werden (Mendiburu 2009: 84). Objekte, die im Stereoraum vor dem Scheinfenster liegen, treten aus der Leinwand heraus in den Raum zwischen Projektionsfläche und Zuschauer und werden so zum Outscreen-Effekt. Im Gegensatz dazu werden Objekte, die hinter dem Scheinfenster liegen, als hinter die Leinwand versetzt wahrgenommen (Inscreen-Effekt) (Lipton 1982: 95).

Dem frühen S3D-Film der 1950er und 1980er Jahre wird oft vorgeworfen, dass der Outscreen-Effekt nur als Sensationseffekt (*gimmick*) eingesetzt wurde. Beim Aufkommen der neuen Filme in den letzten Jahren wurde ein erneuter Fehlschlag auf Grund der Sensationshascherei befürchtet. Unterdessen hat sich aber herausgestellt, dass die Filmindustrie aus früheren ‚Fehlern‘ gelernt hat. Die meisten der grösseren Produktionen wie *UP* (Pete Docter, USA 2009), *CORALINE* (Henry Selick, USA 2008), *AVATAR*, *ALICE IN WONDERLAND*, *CLASH OF THE TITANS* (Louis Leterrier, UK/USA 2009), *HOW TO TRAIN YOUR DRAGON* (Dean DeBlois, Chris Sanders, USA 2010) und *STREETDANCE 3D* setzen den Outscreen-Effekt sehr selten, aber gezielt ein. Der grösste Teil der Handlung findet jeweils knapp vor dem Scheinfenster, darauf und dahinter statt. In *TOY STORY 3* (Lee Unkrich, USA 2010) tritt sogar so gut wie nie etwas aus der Leinwand heraus auf den Zuschauer zu. Eine Ausnahme bilden *THE FINAL DESTINATION 4* (David R. Ellis, USA 2009) und *STEP UP 3D* (Jon M. Chu, USA 2010), bei denen der Outscreen-Effekt in prädestinierten Szenen sehr exzessiv zum Einsatz kommt.

Der Stereoraum ist begrenzt auf die Komfortzone, die durch die physiologisch bedingten Möglichkeiten des visuellen Systems der Zuschauer bestimmt wird. Nur Bilder im weissen und helleren grauen Bereich (vgl. Abb. 4.1) hinter und leicht vor der Leinwand sind angenehm zu betrachten. Alle Bildinformationen, die zu nah, zu weit oder im Extremfall zu stark auf einer Seite liegen und somit nur noch auf einem Auge zu sehen sind, können für den Zuschauer schmerzhaft werden, weil retinale Rivalität auftritt (Mendiburu 2009: 83). Dieses Phänomen wird in Kapitel 4.5.1 genauer erläutert.

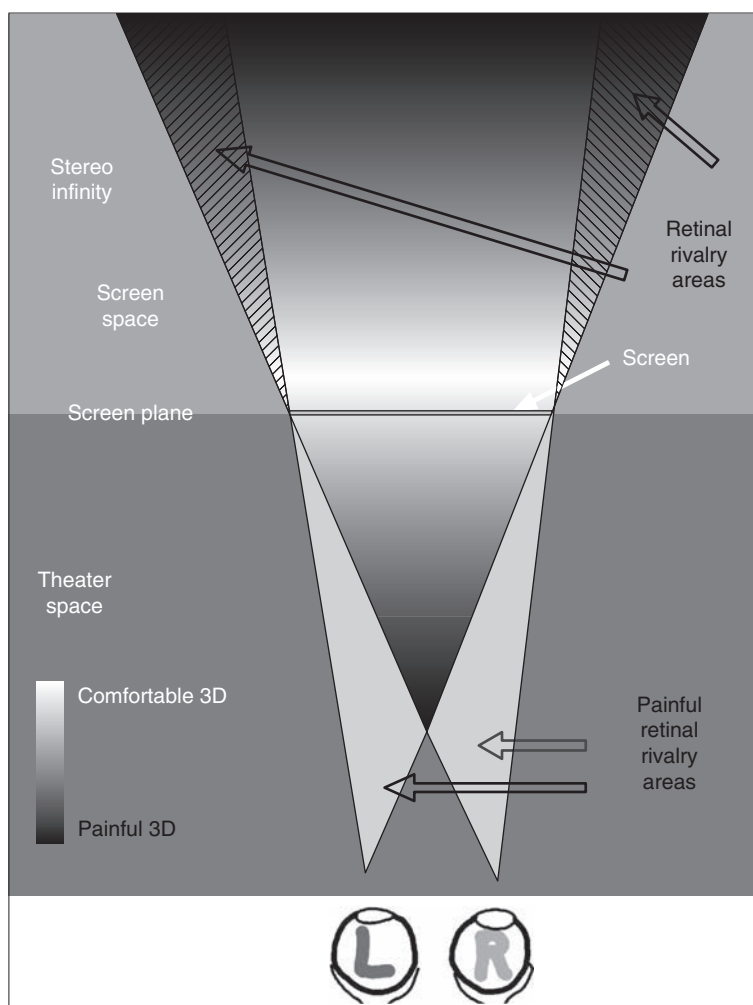


Abb. 4.1: Komfortzone

4.1.2 Stereobasis

Die Stereobasis – auch interaxiale Distanz genannt – ist die Distanz zwischen den zwei Kameraobjektiven und das Äquivalent zum Augenabstand eines Menschen. Im Gegensatz zum Augenabstand kann die Stereobasis theoretisch beliebig manipuliert werden. Ihre Grösse ist abhängig vom verwendeten Kamera-Rig und liegt in ca. 60% aller Fälle zwischen 1 cm und 6 cm (Maier 2008c: 26). Sie wird vom Stereographen direkt am Set für jede einzelne Einstellung definiert und ist in erster Linie abhängig von der maximalen Breite der Zielleinwand, aber auch vom Abstand zwischen dem der Kamera am nächsten liegendsten und am weitesten entfernten Objektpunkt (Nah- und Fernpunkt), der Grösse des Aufnahmesensors und der Brennweite (Maier 2008c: 26).³ Zur Berechnung der Stereobasis, die heute in Pixel festgelegt wird, werden neben der Software des Stereographen auch verschiedene mathematische Formeln verwendet (vgl. Mendiburu 2009: 74/86), auf die ich hier aber nicht eingehen werde.

³ Wenn eine Aufnahme bei der Projektion Formen so wiedergibt, wie sie auch im natürlichen Sehen wahrgenommen werden, ist sie orthostereoskopisch. Dies wird u.a. erreicht, in dem die Stereobasis unverändert exakt dem Durchschnittswert des menschlichen Augenabstands entspricht. Sind alle Objekte in Originalgrösse abgebildet, ist die Aufnahme zusätzlich tautostereoskopisch (vgl. Wimmer 2004: 29; Mendiburu 2009: 78; Lipton 1982: 110).

Als vereinfachte Faustregel gilt laut Welter (2010): Je grösser die Distanz zwischen der Kamera und dem Nahpunkt, desto grösser muss die Stereobasis sein, damit überhaupt ein Tiefeneffekt wahrgenommen werden kann. Doch es gibt Grenzen zu beachten, wie Maier (2008c: 26) schreibt, denn eine zu grosse Stereobasis überschreitet die physiologischen Möglichkeiten der Augen, was zu Übelkeit und Kopfschmerzen führen kann. Mit einer für den Bildinhalt zu kleinen Stereobasis geht wiederum zu viel räumliche Tiefe verloren (Maier 2008c: 26).

Die Wahl der Stereobasis hat direkten Einfluss auf die Raumtiefe und die räumliche Verzerrung von Objekten. Je grösser sie ist, desto mehr streckt sich der Raum, Objekte werden plastischer und in die Länge gezerrt (Abb. 4.2). Wird die Stereobasis verkleinert, schrumpft der Raum und Objekte werden flacher (Mendiburu 2009: 73 f./90). Die Grösse der Stereobasis bestimmt also den Tiefenwert (*depth value*) einer Szene, hat aber keinen Einfluss auf die Kadrierung (Kluger 2010).

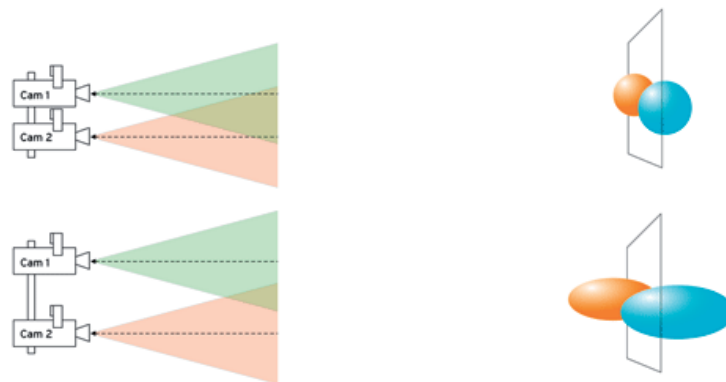


Abb. 4.2: Auswirkung der Veränderung der Stereobasis auf den Tiefeneffekt

Bei einer Aufnahme von statischen Objekten und bei unveränderter Kameraposition bleibt die Stereobasis während einer Einstellung unverändert (Mendiburu 2009: 199). Variiert die Distanz zwischen der Kamera und dem zentralen Objekt durch dessen Bewegung oder werden bewegliche Kameravorrichtungen wie eine Steadicam oder Dollies verwendet, muss die Stereobasis laufend angepasst werden, damit der Stereoeffekt sich im gewünschten Rahmen bewegt (Sieber 2010). Diese Möglichkeit ist insbesondere auch für Live-Veranstaltungen wichtig. Sony hat laut Sieber (2010) eine Blackbox entwickelt, die an der Fussball-Weltmeisterschaft 2010 zum Einsatz kam, welche vorprogrammierten Einstellungen folgt, die physiologische Limiten nicht überschreiten.⁴ Ohne diese automatisierte Kontrolle wären solche Aufnahmen nicht möglich, weil für den Zuschauer nicht zumutbar.

Tomi Luostarinen (2010), CEO der finnischen S3D-Produktionsfirma Stereoscape, weist ausserdem ausdrücklich darauf hin, dass bei der Herstellung eines Kinderfilms der durchschnittlich kleinere Augenabstand des Zielpublikums berücksichtigt werden muss, damit das visuelle System der Kinder mit dem Betrachten des Films nicht überfordert wird.⁵

⁴ Vgl. Rotter (2010: 18-21).

⁵ Präsentation, FMX Stuttgart 2010.

Abhängig vom gewünschten Effekt können die Grössenverhältnisse der gefilmten Welt in die Berechnungen der Stereobasis aufgenommen werden. In *TOY STORY 3* war die Grösse der Spielzeuge, aus deren Sicht die Geschichte erzählt wird, ausschlaggebend für die Wahl der Stereobasis. Nur so wurde gewährleistet, dass auch der Zuschauer die Umwelt in den für Spielzeuge riesigen Dimensionen erlebt (Walt Disney Pictures, Presseheft 2010: 22).

Eine Nachbearbeitung der Stereobasis in der Postproduktion ist grundsätzlich nicht mehr möglich, das heisst, die Tiefe innerhalb des Stereoraums kann nicht mehr verändert werden (Maier 2010). Deshalb ist es umso wichtiger, die Stereobasis während der Dreharbeiten für jede Einstellung exakt zu bestimmen.

Die Grösse der Stereobasis kann Auslöser sein für einen Konflikt zwischen monokularen und binokularen Tiefenhinweisen, wobei das visuelle System Grössen von Bildinhalten falsch interpretiert. Man spricht von Hyperstereoskopie, wenn eine Stereobasis eingesetzt wird, die grösser ist als der durchschnittliche Augenabstand eines Menschen (Mendiburu 2009: 28). Aus weit entfernten Bildebenen, die im natürlichen Sehen ausserhalb der Reichweite der Stereopsis liegen würden, können über eine übergrosse Stereobasis stereoskopische Tiefeninformationen generiert werden, dabei kann allerdings der Miniaturisierungs-Effekt auftreten (*liliputation*). Das visuelle System stellt in dieser Situation fest, dass Plastizität unmöglich ist und geht automatisch davon aus, dass es gerade ein Miniaturmodell von zum Beispiel einer Bergkette betrachtet (Kluger 2010).⁶ Vermutlich deshalb wurde bei vielen der Panoramabilder in *AVATAR* während den Flügen über die grüne Waldlandschaft fast gänzlich auf eine unnatürliche Bildtiefe verzichtet. Der Tiefeneffekt wurde hauptsächlich über die atmosphärische Perspektive erzeugt (Abb. 4.3).⁷



Abb. 4.3: Luftperspektive in *AVATAR*

⁶ Vgl. auch Mendiburu (2009: 28); Lipton (1982: 131 f./235); Horton (2008: 10).

⁷ Ausserdem kann so auf kleine Bilddetails im Hintergrund verzichtet werden, was die zu bewältigende Datenmenge dieser CG-Bilder, die gerendert werden müssen, reduziert.

Hypostereoskopie beinhaltet eine Stereobasis, die kleiner ist als der durchschnittliche Augenabstand (Horton 2008: 9). Im Extremfall kann der Gigantismus-Effekt (*gigantism*) auftreten. Ein kleines Objekt wie zum Beispiel eine Fliege wirkt plötzlich überdimensional gross, weil das Distanz-Verhältnis zwischen Objekt und Stereobasis nicht mehr stimmt. Kluger (2010) vergleicht diese Situation mit dem Betrachten eines Elefanten in der Realität.

Der Miniaturisierungs- und der Gigantismus-Effekt könnten ein Grund dafür sein, weshalb das Einschätzen der Figurengrössen in AVATAR und ALICE IN WONDERLAND für den Zuschauer oft sehr schwierig ist, wie auch Maier (2010) bestätigt. Selbstverständlich ist bei diesen zwei Filmen nicht zu missachten, dass nicht alle Figuren Menschengrösse haben oder eine Figur ihre Körpergrösse ständig ändert und mit Compositing gearbeitet wurde. Es wäre jedoch zu erwarten, dass die filmische Umsetzung diese Einschätzungsprobleme verhindert.

4.1.3 Objektpositionierung im Stereoraum

Das Grundprinzip des S3D-Films ist die Nachahmung des binokularen Sehens über die Aufnahme mit zwei Kameras. Diese fokussieren wie die Augen über einen festgelegten Konvergenzwinkel, Parallaxe genannt, einen Punkt und nehmen gleichzeitig umliegende Objekte auf. Das Konvergenzverhältnis der beiden Bilder kann entweder durch Angulieren der Kameras direkt am Set oder in der Postproduktion durch seitliches Verschieben der Bilder auf der x-Achse geschehen (Lipton 1982: 97).

Die Parallaxe hat keinen Einfluss auf die allgemeine räumliche Tiefe des Bildes (Mendiburu 2009: 90), sondern bestimmt die Lage des Scheinfensters (Abb. 4.4). Durch die Veränderung der Parallaxe verschiebt sich die gesamte Szene entlang der x-Achse im Stereoraum (Mendiburu 2009: 75). Im natürlichen Sehen werden auf der Netzhaut nur der fokussierte Punkt und alles, was auf dem entsprechenden Horopter liegt, deckungsgleich abgebildet. Ebenso nehmen die beiden Kameras nur die Bildebene, auf der sich die beiden Kameraachsen treffen, deckungsgleich auf. Diese Ebene entspricht dem Scheinfenster, das auf der physischen Projektionsfläche liegend wahrgenommen wird. Weil hier keine Bild-differenz besteht, liegt eine Nullparallaxe vor (Abb. 4.5).

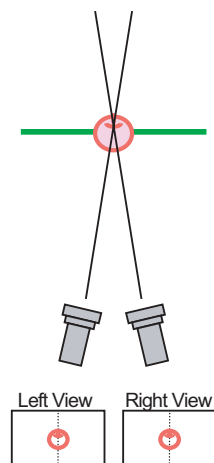


Abb. 4.4: Parallaxe bestimmt Lage des Scheinfensters

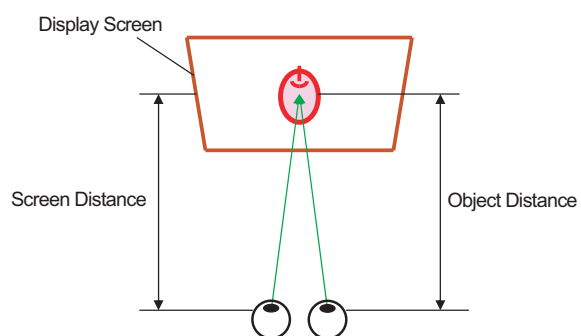


Abb. 4.5: Nullparallaxe

Alle Bildebenen, die hinter und vor dem Scheinfenster liegen, werden mit einer horizontalen Distanz zwischen den korrespondierenden Links- und Rechtsbildpunkten aufgenommen, die abhängig ist von der Parallaxe und der gewählten Stereobasis. Bei gleichzeitiger Projektion der beiden Kameraeinzelbilder wird die Diskrepanz zwischen den Bildern sichtbar. Die entstehende horizontale Distanz zwischen den korrespondierenden Links- und Rechtsbildpunkten auf der Leinwand nennt sich Bildschirmparallaxe (*screen parallax*) (Maier 2008a: 17).

Die Bildebenen eines Outscreen-Effekts werden für das linke Auge rechts und für das rechte Auge links auf der Leinwand projiziert (Abb. 4.6/4.7). In diesem Fall spricht man von einer negativen Parallaxe (*crossed parallax*) (Maier 2008a: 18). Diese Situation entspricht im natürlichen Sehen der bitemporalen Querdisparation (vgl. Kap. 3.2.2).

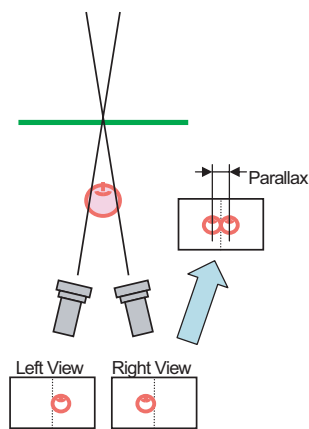


Abb. 4.6: Objekt liegt im Bereich der negativen Parallaxe

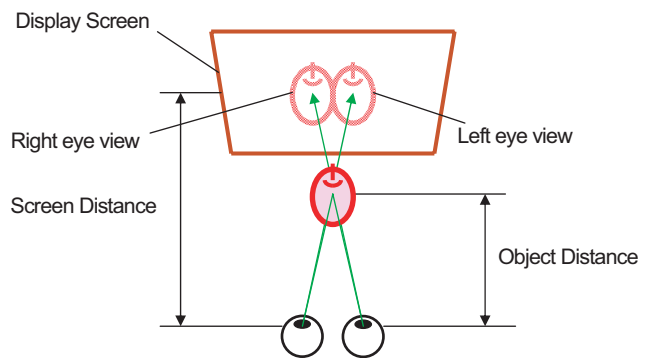


Abb. 4.7: Abbildung der negativen Parallaxe auf Leinwand

Bei der gegenteiligen Situation – der positiven Parallaxe (*uncrossed parallax*) – liegt ein Objekt hinter der Leinwand (Maier 2008a: 18). Die linke Bildebene wird dabei weiterhin links liegend und die Rechte weiterhin rechts liegend projiziert (Abb. 4.8/4.9). Im natürlichen Sehen entspricht dies der binasalen Querdisparation. Wie die Stereobasis kann auch die Parallaxe innerhalb einer Einstellung verändert werden (Mendiburu 2009: 119; Koller 2010).

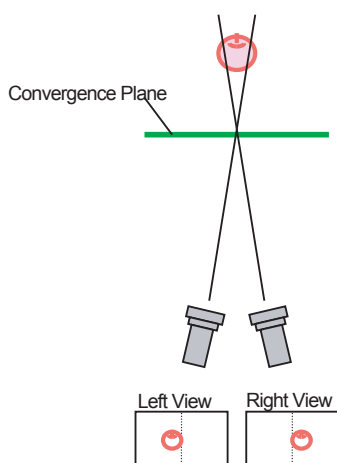


Abb. 4.8: Objekt liegt im Bereich der positiven Parallaxe

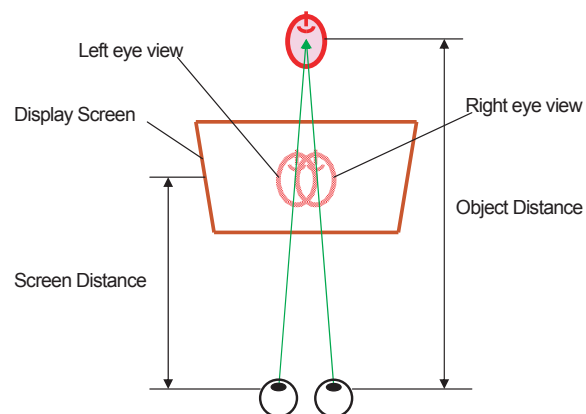


Abb. 4.9: Abbildung der positiven Parallaxe auf Leinwand

Das Anaglyphen-Still aus *THE FINAL DESTINATION 4* zeigt den Stereoraum aufgeteilt in drei Ebenen (Abb. 4.10): Die Frau liegt vor dem Scheinfenster in negativer Parallaxe, wobei das rechte Bild (blau) links liegend und das linke Bild (rot) rechtsliegend abgebildet wird. Der Mann liegt genau auf dem Scheinfenster, deshalb weisen seine zwei Abbildungen keine Bildschirm-Parallaxe auf. Der Hintergrund liegt im positiven Parallaxenbereich, wie an den Vorhängen zu sehen ist. Das rechte Bild (blau) ist rechtsliegend und das linke Bild (rot) linksliegend abgebildet.



Abb. 4.10: Ebenen der Bildschirm-Parallaxe

Die Unterscheidung zwischen der Parallaxe (Konvergenzwinkel) der Kameras und den Vergenzanstrengungen, die der Zuschauer beim Schauen des Films schlussendlich ausübt, ist wichtig. Ist von einer Konvergenzbewegung die Rede, die der Zuschauer mit den Augen ausführen muss, um zum Beispiel einen in negativer Parallaxe projizierten Outscreen-Effekt als Einzelbild wahrzunehmen, ist dies nicht zu verwechseln mit der Konvergenz der Kameras, die lediglich die Lage des Scheinfensters festlegt. Meines Erachtens wird dieser Unterschied in der Literatur und auch in Beiträgen im Internet zu wenig hervorgehoben. Die Abbildungen 4.4/4.5, 4.6/4.7 und 4.8/4.9 verdeutlichen den Unterschied.

Ist die positive Bildschirm-Parallaxe von Objekten hinter dem Scheinfenster in Abhängigkeit von der Leinwandgrösse und der Distanz zum Zuschauer grösser als die entstehende Distanz zwischen den Blickpunkten bei Parallelstellung, müssen die Augen nach aussen divergieren, um das linke und das rechte Bild zu fusionieren. In den frühen Jahren des 3D-Films wurde das Divergieren über die Parallelstellung hinaus verhindert, während man ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts begann, die Grenzen des Möglichen auszureizen (Lipton 1982: 121). Weil Divergenzen im natürlichen Sehen nicht auftreten, dürfen diese sich jedoch nur in einem sehr kleinen Rahmen bewegen. Für Lipton (1982: 191) ist eine Divergenz bis zu einem Grad vorstellbar, Maier (2008a: 18) warnt aber davor, dass schon hier ein unangenehmes Ziehen in den Augen oder sogar Kopfschmerzen auftreten können. Damit der Zuschauer nicht frustriert das Kino verlässt, muss deshalb bei der Herstellung immer dessen Wohlbefinden im Zentrum stehen (Koller 2010; Sieber 2010).

Wie schon erwähnt kann das Konvergenzverhältnis der beiden Kamerabilder über zwei verschiedene Vorgänge erreicht werden, dem Angulieren am Set (*toe-in*) und dem seit-

lichen Verschieben in der Postproduktion, nachdem mit parallel ausgerichteten Kameras gedreht wurde (*horizontal image translation, H.I.T.*) (Lipton 1982: 97).

Beide Systeme haben ihre Vor- und Nachteile und in der Filmbranche scheint man sich bis heute nur mit dem einen *oder* dem anderen anfreunden zu können. Das Angulieren am Set ermöglicht gleich vor Ort den direkten Einfluss auf die Tiefengestaltung. So kann zum Beispiel die Wirkung eines Outscreen-Effekts getestet werden (Sieber 2010). Der Nachteil dieses Verfahrens ist laut Valentin Greutert (2010), Produzent des ersten Schweizer S3D-Spielfilms, dass die Bildschirmparallaxe bis zu einem gewissen Grad schon festgesetzt ist und in der Postproduktion nur noch minim bearbeitet werden kann.⁸ Ein weiterer Nachteil ist die Anfälligkeit auf Tiefen-Anschlussfehler auf Grund der üblicherweise nicht chronologischen Drehabfolge, wie Koller (2010) erläutert.

Hinzu kommt das Risiko der Trapezverzerrung (*keystoning* oder *Keystone-Effekt*), die auf Grund der schrägen Ausrichtung der Kameras im Raum entsteht: Die Bildränder weisen bei angulierter Aufnahme unterschiedliche Distanzen zur Kamera auf, was trapezförmige Bildverzerrungen und damit eine vertikale Bildschirmparallaxe erzeugt (Abb. 4.11) (Mendiburu 2009: 75/108; Horton 2008: 10).

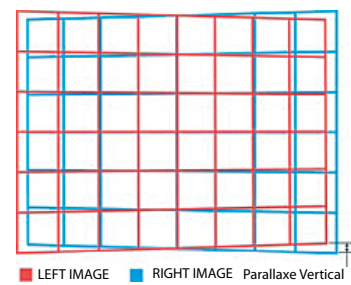


Abb. 4.11: Trapezverzerrung

Wird mit parallel ausgerichteten Kameras gedreht, ist der Aufwand in der Postproduktion wesentlich grösser, weil das Bildmaterial mit einem in der Unendlichkeit liegenden Scheinfenster angeliefert wird (Criado-Sors Cortés 2008: 63). Alle Objekte liegen somit vor dem Scheinfenster, dieses muss deshalb mit der horizontalen Bildverschiebung für jede Einstellung bestimmt werden (Koller 2010; Sieber 2010). Das Scheinfenster bewegt sich beim Zusammenschieben der Bilder nach vorne auf den Zuschauer zu und beim Auseinanderziehen nach hinten vom Zuschauer weg. Am Set ermöglicht eine Software, welche die horizontale Verschiebung der Bilder live durchführt (*live shift*), dem Stereographen die Überprüfung des Stereoeffekts und das Festlegen der zukünftigen Bildschirmparallaxe (Koller 2010; Maier 2010). Der Vorteil dieser Technik ist die bessere Kontrolle über Tiefensprünge, weil die Bildschirmparallaxe jeder Einstellung erst festgelegt wird, nachdem das Material editiert wurde (Koller 2010).

Die Nachbearbeitung von anguliert gedrehtem Material und die horizontale Bildverschiebung in der Postproduktion verschiebt über die Änderung der Scheinfensterlage den gesamten Stereoraum nach vorne oder nach hinten. Die Abbildungsgrösse bleibt dabei gleich (Kluger 2010). Dieser Postproduktionsschritt nennt sich *depth grading* und ist je nach Drehart mehr oder weniger aufwendig (Koller 2010). Die Grösse der Zielleinwand respektive die zu Beginn der Produktion berechneten Maximalwerte sind dabei entscheidend, denn die physiologischen Möglichkeiten des visuellen Systems dürfen nicht überschritten werden. Zu grosse Bildschirmparallaxen überfordern das Gehirn, führen über längere Zeit zu Unwohlsein oder verhindern im Extremfall die Verarbeitung zum Einzelbild (Koller

⁸ Interview, Juni 2010.

2010; Sieber 2010). Deshalb sollte laut Sieber (2010) immer eher konservativ, also nicht mit Grenzwerten, gedreht werden, damit in der Postproduktion noch genügend Spielraum für Korrekturen vorhanden ist.

Untertitel sind wie ein zusätzliches Objekt, das im Stereoraum platziert werden muss, zu behandeln. Die ideale Setzung schien über längere Zeit ein ungelöstes Problem zu sein (Marks 2009: o.S.). Werden sie als normaler zweidimensionaler Text ins Bild gerechnet, würden sie irgendwo in den Figuren und Objekten und ausserhalb des Konvergenzbereichs liegen und wären deshalb unlesbar (Mendiburu 2009: 186 f.). Laut Mendiburu (2009: 187) wurde in *BEOWULF* (Robert Zemeckis, USA 2007) erstmals eine gute Möglichkeit gefunden, in dem die Untertitel mit negativer Parallaxe vor die dem Publikum am nächsten liegende Ebene gesetzt wurden. Aktuell werden die Untertitel auf diese Weise mehr oder weniger aufwendig platziert. In *AVATAR* hat man sich besonders viel Mühe gegeben und die Untertitel jeweils auf die Ebene gesetzt, auf der sie am angenehmsten zu lesen sind. Die grösste Herausforderung dabei ist, dem Zuschauer möglichst kleine Konvergenzsprünge zwischen Text und Bild zu bieten und trotzdem gleichzeitig den Text genügend vom Bild zu separieren (Marks 2009: o.S.). Maier (2010) weist deshalb auch darauf hin, dass die Untertitel grundsätzlich nicht mit Objekten in negativer Parallaxe in Konflikt kommen sollten. Der Videotechnik-Hersteller Wolfgang Schmidt (2009: 13) empfiehlt, die Schriftzeilen jeweils leicht vor dem Interessenspunkt zu platzieren, so können minime Konvergenzsprünge am besten gewährleistet werden.

Aus meiner Sicht sind Untertitel im S3D-Film jedoch zu jedem Zeitpunkt störend, weil sie zu einem zusätzlichen Objekt im Bild werden und dahinterliegende Bildebenen quasi verdecken. Sie lassen sich nicht mehr einfach beiläufig zur Bildbetrachtung lesen wie bei einem zweidimensionalen Film, sondern ziehen die Aufmerksamkeit durch ihre Anwesenheit im Stereoraum besonders stark auf sich und verringern den Stereoeffekt der Bildebenen dahinter.

4.2 Vergenzbewegungen und Akkommodation

Vergenzbewegungen und die Akkommodation – Fokussieren und Scharfstellen – sind miteinander verbundene Mechanismen, die aus den Netzhautbildern und kognitiven Daten Informationen in Bezug auf die Distanz zum fokussierten Objekt beziehen und untereinander austauschen (Menozzi 2000: 217). Im natürlichen Binokularesehen sind sie fast immer auf die gleiche Distanz ausgerichtet und können sich dank ihrer Zusammenarbeit schnell an eine neue Situation anpassen (Hoffman et al. 2008: 3 f.).

Beim Schauen eines zweidimensionalen Films konvergieren und akkommodieren die Augen einmalig auf die Leinwand. Beim S3D-Film werden die Augen jedoch gezwungen, ständig neu zu konvergieren, abhängig von den Objektpositionen im Stereoraum, während die Akkommodation weiterhin dauerhaft auf die Leinwanddistanz ausgerichtet ist.⁹

⁹ Vgl. Mendiburu (2009: 20 f.); Lipton (1982: 220); Hoffman et al. (2008: 3 f.); Lambooj et al. (2007: 1).

Die dadurch entstehenden unterschiedlichen Informationen für Akkommodations- und Vergenzmuskulatur führen zu einer Überbelastung und Störung des Kommunikationsprozesses zwischen den beiden Muskulaturen. Beim Zuschauer kann dies Übelkeit und Kopfschmerzen auslösen (vgl. Menozzi 2000: 217). Deshalb ist dieses Problem bei der Produktion zu berücksichtigen. Die Diskrepanz zwischen Konvergenz und Akkommodation sollte nicht zu stark und nicht über längere Zeit provoziert werden (Lipton 1982: 191).¹⁰

4.3 Fusionsbereich

Im natürlichen Sehen kann das visuelle System linke und rechte Netzhautbilder nur fusionieren, wenn das mit den Augen erfasste Objekt und andere, umgebende Objekte innerhalb des Panumbereichs liegen (vgl. Kap. 3.2.3). Liegt ein im peripheren Bereich der Netzhaut gespiegeltes Objekt ausserhalb dieses Bereichs, können die entsprechenden Netzhautbilder nicht mehr fusioniert werden und es entstehen Doppelbilder. Im Alltag spielt dies keine Rolle, weil der Betrachter die Doppelbilder auf Grund der Unschärfe und der Konzentration auf den Fokuspunkt nicht bewusst wahrnimmt. Doch beim Betrachten eines S3D-Films fällt ein Doppelbild sofort auf.

Die Vermeidung von grossen Distanzen zwischen einzelnen Setelementen, separate Greenscreen-Einstellungen von Hinter- und Vordergrund und die Komprimierung der Tiefe über Parallaxe und Stereobasis machen die Einzelbilder besser fusionierbar (Mendiburu 2009: 99 f.). Ein Greenscreen-Compositing wurde zum Beispiel in *MEET THE ROBINSONS* (Stephen J. Anderson, USA 2007) und *BEOWULF* verwendet (Mendiburu 2009: 129).

In den zuvor schon erwähnten Panoramabildern in *AVATAR* ist oft auch der Helikopter aus relativer Nähe zu sehen. Die Tatsache, dass durch die Abbildung des Helikopters vor dem weit entfernten Waldpanorama ein fusionsbedingter Doppelbildeffekt riskiert würde, könnte ein weiterer Grund dafür sein, weshalb diese Einstellungen nur eine minimale Bildschirmparallaxe aufweisen.

Die Ursachen eines Doppelbildes zu erkennen ist schwierig, wie eine Einstellung in *HOW TO TRAIN YOUR DRAGON* zeigt: Hiccup will sich an der Drachenjagd beteiligen und zielt mit einer Lassoarpune auf einen Drachen. Die Harpune ragt dabei weit in den Zuschauerraum hinaus, während Hiccup und der Hintergrund auf dem Scheinfenster und dahinter liegen. Die Harpunenspitze habe ich bei jeder Visionierung doppelt wahrgenommen. Diese Szene ist sehr dunkel auf allen Ebenen, deshalb muss ein Ghosting ausgeschlossen werden. Vermutlich ist die Distanz zwischen Harpunenspitze und Hintergrund zu gross, als dass das linke und das rechte Bild auf dieser vordersten Ebene noch fusioniert werden können.

Der Disparitätsgradient (vgl. Kap. 3.2.3) scheint in der Filmstereoskopie bisher keine Rolle zu spielen. Die Ausführungen zum Thema Fusionsbereich und S3D-Film beziehen

¹⁰ In Bezug auf Stereodisplays, die in der Wissenschaft und Medizin zum Einsatz kommen, werden seit längerer Zeit Tests und Studien zum Thema *visual discomforts* durchgeführt (vgl. Hoffman et al. 2008; Lamboojij et al. 2007; Kooi & Toet 2004). Im Bereich des S3D-Kinofilms fehlen bisher ähnliche Inhalte.

sich jeweils nur auf den Panumbereich (vgl. Lipton 1982: 103 ff.; Wimmer 2004: 18), der von Maier (2010) auch erst bei fortgeschrittenen Berechnungen miteinbezogen wird. Interessanterweise weist Menozzi (2010) darauf hin, dass der Disparitätsgradient ebenso wichtig wäre wie der Panumbereich und dieser bisher in der Filmherstellung leider zu wenig berücksichtigt würde. Das Missachten dieses Masses könne, wie andere Faktoren auch, beim Zuschauer zu Kopfschmerzen führen.

Häufig werden sämtliche Doppelbildeffekte als Ghosting bezeichnet. Es ist jedoch klar zwischen Ghosting und fusionsbedingten Doppelbildeffekten zu unterscheiden. Beim Ghosting werden *einem* Auge fälschlicherweise das linke *und* das rechte Bild gezeigt (vgl. Kap. 2.2.3). Der Doppelbildeffekt hängt jedoch mit dem Versagen der auf zwei Augen basierenden stereoskopischen Fusionsfähigkeit zusammen.

4.4 Leinwandgrösse und Distanz des Zuschauers zur Leinwand

Wie sich schon gezeigt hat, ist die Grösse der Zielleinwand ein wichtiger Faktor zur Berechnung der Stereobasis und der Lage des Scheinfensters. Aber nicht nur dieser Aspekt, sondern auch die Distanz zwischen Zuschauer und Leinwand ist bei der Herstellung zu beachten. Auf Grund der vielfältigen Sitzplatzmöglichkeiten in einem Kinosaal und den unterschiedlichen Leinwandgrössen können diese Faktoren immer nur über einen Mittelwert bestimmt werden (Mendiburu 2009: 84 ff.). Das bedeutet einerseits für den Zuschauer, dass es im Kinosaal theoretisch nur einen perfekten Platz zur Visionierung eines S3D-Films gibt, und andererseits für die Filmemacher, dass sie nie mit Extremwerten arbeiten sollten und dass je nach Auswertungsstrategie verschiedene Versionen eines Films produziert werden müssen.

Die räumliche Tiefe eines dreidimensionalen Bildes vergrössert sich linear zur Grösse der Leinwand (Mendiburu 2009: 76). Dementsprechend wird bei einer Projektion auf einer grösseren Fläche als geplant auch die Bildschirmparallaxe vergrössert und es kann unter Umständen zu einer schmerzhaften Divergenz über die Parallelstellung der Augenachsen hinaus kommen.

Die Leinwandgrösse ist für das Betrachten eines S3D-Films ausserdem noch viel wichtiger für das visuelle «Eintauchen» in die filmische Welt wie bei einem «flachen» Film. Wie sich später zeigen wird, können einige Gestaltungselemente auf normalen bis kleinen Projektionsflächen zur Zerstörung des Stereoeffekts führen, die gleichen Faktoren haben aber auf einer grossen Projektionsfläche, insbesondere einer IMAX-Leinwand, keinen oder nur sehr wenig Einfluss auf die Stereo-Wahrnehmung.

Die Distanz des Zuschauers zur Leinwand hat direkte Auswirkungen auf die wahrgenommene Bildtiefe, weil sich die Werte der Bildschirmparallaxen direkt proportional zu dieser Distanz verhalten (Autodesk White Paper 2008: 5). Je weiter hinten im Kinosaal man sitzt, desto tiefer wird das Bild empfunden, weil sich der gesamte Stereoraum mit den Objekten in die Länge zieht. Auch die wahrgenommenen Distanzen sind direkt proportional

zur Entfernung zwischen Zuschauer und Leinwand. Ein Objekt, das in negativer Parallaxe genau auf halbem Weg zwischen Leinwand und Zuschauer schwebt, wird immer auf halbem Weg wahrgenommen, unabhängig davon, wie gross die Distanz zwischen der Person und der Projektionsfläche ist.¹¹

Bei einer Vorführung von *SHREK FOREVER AFTER* (Mike Mitchel, USA 2010), die ich in der ersten Hälfte in den vorderen Kinoreihen verbrachte und danach zuhinterst im Saal, konnte ich das Phänomen der grösseren Tiefe auf weitere Entfernung selbst erleben. Ganz vorne war das Filmerlebnis sehr intensiv und die Figuren sehr nah, auch weil die Bildbegrenzung ausserhalb meines Gesichtsfelds lag. Gleichzeitig wirkten aber die einzelnen Bildebenen erstaunlich flach. Aus der Position ganz hinten fiel der Immersionseffekt zwar weg, dafür erschienen mir die wenigen Objekte, die in den Zuschauerraum ragten, plastischer.

Wird ein S3D-Film später auch auf Blu-ray veröffentlicht oder im Fernsehen ausgestrahlt, muss er nochmals überarbeitet werden. Ein Film, der für die Kinoleinwand erstellt wurde, wirkt eins-zu-eins übertragen auf einen Fernsehbildschirm viel zu flach, weil die Betrachtungsdistanz viel kleiner ist und dementsprechend die Bildschirmparallaxen direkt proportional kleiner werden (DeJohn et al. 2007: 5).

Erste Lösungsansätze zur Umrechnung der Bildschirmparallaxe bietet ein Projekt des Walt Disney Research Centers der ETH Zürich. Mit der neuen Software können sensible Tiefenebenen aus bestehendem S3D-Material herausgerechnet werden, damit das visuelle System des Zuschauers beim Schauen nicht überstrapaziert wird. In naher Zukunft soll derselbe Algorithmus auch für 2D-zu-3D-Konvertierungen und für Live-Übertragungen einsetzbar sein (Schlaefli 2010: o.S.).¹²

4.5 Kameragrundlagen

Das Besondere am S3D-Film ist die Arbeit mit zwei Kameras gleichzeitig, um die separaten Bilder für das linke und das rechte Auge aufnehmen zu können. Weil die Stereobasis an das jeweilige Set und an Distanzen innerhalb der Einstellung angepasst werden muss, wird mit zwei verschiedenen Kameravorrichtungen gearbeitet.

Das Parallel-Rig (*side-by-side-rig*) besteht aus zwei nebeneinander montierten Kameras und eignet sich für Landschaftsaufnahmen oder Luftaufnahmen, die eine grosse Stereobasis von bis zu 40 cm erfordern (Abb. 4.12) (Maier 2008c: 27). Damit der Zuschauer später eine Einstellung mit einer solch grossen Stereobasis betrachten kann, muss die Distanz zwischen Kamera und Nahpunkt entsprechend gross sein (Maier 2010). Das Distanzminimum zwischen den Kameras eines Parallel-Rigs ist eingeschränkt durch die Kameragehäuse.

Ein Spiegel-Rig (*mirror-rig, beam-splitter-rig*) besteht aus zwei im rechten Winkel zueinander montierten Kameras, die beide auf einen schräg positionierten, halbdurchlässigen Spiegel blicken (Abb. 4.13). Eine Kamera empfängt die Lichtstrahlen durch diesen Spiegel

¹¹ Mendiburu (2009: 77); Lipton (1982: 111 ff.); Maier (2010).

¹² Vgl. Smolic et al. (2010).

hindurch, die andere nimmt das gespiegelte Bild auf. Der Spiegel verteilt das Licht zur Hälfte auf die Kameras, was bei aktuellen Vorrichtungen zu einem Lichtverlust von einer halben Blende führt (Sieber 2010).

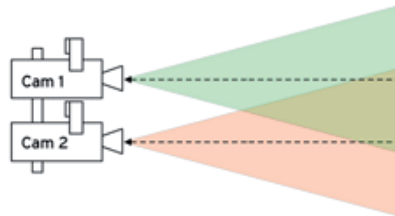


Abb. 4.12: Parallel-Rig

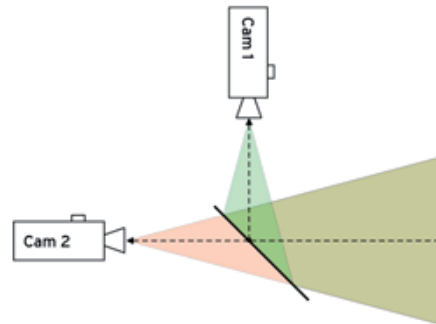


Abb. 4.13: Spiegel-Rig

In 70% bis 80% der Situationen werden laut Maier (2008c: 27) Spiegel-Rigs eingesetzt. Insbesondere, wenn das zu filmende Set zwischen einer der Kamera nahen und einem weit gelegenen Punkt eine grosse Tiefe aufweist, und für Aufnahmen im Nahbereich wie Grossaufnahmen. Ein Spiegel-Rig ermöglicht theoretisch eine Stereobasis von 0 cm, allerdings entstehen dabei nie exakt deckungsgleiche Bilder, weil die Optik und Feinmechanik der beiden Kameras immer leichte Unterschiede aufweisen (Sieber 2010). Aufnahmen mit langen Brennweiten sollten mit einer grossen Stereobasis und dementsprechend mit einem Parallel-Rig gedreht werden. Lange Brennweiten sind jedoch in Bezug auf die Bildgestaltung nicht ganz unproblematisch (vgl. Kap. 4.5.2) (Maier 2008c: 27).

4.5.1 Binokulare Symmetrie

Damit das visuelle System der Zuschauer zwei stereoskopische Halbbilder ohne Probleme verarbeiten kann, ist bei der Aufnahme absolute Synchronität der Kameras gefordert. Das betrifft den Fokus, die Brennweite und weitere In-Kamera-Einstellungen sowie die Helligkeit, Farben, die geometrische Position der Kameras und die zeitliche Synchronisierung.¹³

Werden dem linken und dem rechten Auge zu unterschiedliche Bildinformationen in Bezug auf einzelne Bildpunkte zugeführt, tritt retinale Rivalität auf (Gregory 1998: 61 f.). Nachdem die Fusion der beiden Bilder misslingt, setzt sich eines der Bilder gegen das andere durch und der Stereoeffekt zerfällt, weil nur noch monokulare Informationen zur Verfügung stehen.¹⁴ Retinale Rivalitäten können auch bei Objektabbildungen, die in den Randgebieten der Komfortzone liegen, auftreten, wenn ein Auge mehr Bildinformationen erhält wie das andere (vgl. Kap. 4.1.1 & 4.6.1), oder ausgelöst werden durch Lichtreflexe, deren Problematik in Kap. 4.6.3 erläutert wird. Ein 3D-Film sollte den Zuschauer deshalb wenn überhaupt, dann nur in Ausnahmefällen mit schwer zu verarbeitenden Bildern konfrontieren.

¹³ Vgl. Maier (2008c: 26); Mendiburu (2009: 33/49 f.); Lipton (1982: 177-189); Autodesk White Paper (2008: 5).

¹⁴ Vgl. Wimmer (2004: 33); Klews (2009: 23 f.). Für physiologisch fundierte Informationen vgl. Fox (1991: 93-110).

Geometrisch bedingte Fehler provozieren ebenfalls Schwierigkeiten. Sind die Kameras vertikal oder horizontal nicht exakt aufeinander ausgerichtet, entstehen Bildrotationen oder vertikale Disparitäten (Sieber 2010). Abweichende In-Kamera-Einstellungen und Eigenschaften der einzelnen Optiken erzeugen Differenzen, wie zum Beispiel unterschiedliche Grössen des linken und rechten Bildes.

In der Postproduktion werden verschiedene Arbeitsschritte durchgeführt, um möglichst alle Bildunterschiede zu beheben. Schwierig ist dabei laut Sieber (2010), die einzelnen Ursachen jeweils zu identifizieren. Nach dem Schnitt erfolgt zuerst ein Farb- und Lichtabgleich (*balancing, adjustment*) zwischen dem linken und rechten Bildkanal. Dies ist als Grundlage für das spätere Color Grading sehr wichtig. Die Farben der linken und rechten Bilder sind grundsätzlich immer unterschiedlich, weil die Beschaffenheit der Objekt-oberflächen und insbesondere der Spiegel bei einem Spiegel-Rig, der wie ein zusätzlicher optischer Bestandteil betrachtet werden muss, für beide Kameras unterschiedliche Informationen generieren (Sieber 2010). Das Color Grading wird auf nur einem Bildkanal und ganz klassisch wie im 2D-Film je nach Wunsch der bestimmenden Personen durchgeführt. Die Änderungen des bearbeiteten Bildkanals werden direkt auf den anderen gerechnet (Sieber 2010; Koller 2010).

Als nächster Schritt folgt das Retuschieren (*retouching*), das partielle Anpassen einzelner Einstellungen links und rechts (Sieber 2010). Hier werden Lichtreflexionen auf glänzenden Oberflächen, geometrische Bildunterschiede wie vertikale Disparitäten, unterschiedliche Bildgrössen, Rotationen und die Trapezverzeichnung korrigiert. Bei AVATAR, einer Produktion mit verhältnismässig grossem Budget, wurde die Trapezverzeichnung bei sämtlichen Live-Action-Aufnahmen, die alle anguliert gedreht wurden, entfernt (The Foundry Case Study 2009: o.S.). Koller (2010) vermutet jedoch, dass bei kleinen Produktionen oft darauf verzichtet wird, weil der Aufwand zu gross ist.

Technische Feinheiten und einfache Handhabung von Kamera-Rigs scheinen sich momentan noch gegenseitig im Wege zu stehen. Verschiedene Entwickler arbeiten auf Hochturen an S3D-Rigs, welche ein Minimum an Bildunterschieden produzieren, möglichst kompakt und leicht sind, das Mitführen von separaten Rekordern und anderen Geräten erübrigen und eine Preview-Funktion beinhalten. Die zur Zeit grösste Aktualität auf dem Markt ist eine S3D-Vorrichtung von Panasonic, die zwei Kameras und Aufzeichnungssensoren in einem Gehäuse vereint.¹⁵

Innovationsgeist und Eigeninitiative (und ein grosses Budget) sind immer noch ein Muss, denn für viele spezifische Aufnahmesituationen bestehen noch keine Prototypen. Das wohl extremste Beispiel ist James Cameron mit seinem *Fusion 3-D System* für AVATAR, das er zusammen mit seinem Stereographen Vince Pace als Parallel- und Spiegel-Rig entwickelte und das ihm die Aufnahme von Live-Action- und Motion-Capture-Szenen mit zeitgleicher Umwandlung und Integration in die CG-Welt von Pandora ermöglichte.¹⁶

¹⁵ Vgl. <http://pro-av.panasonic.net/en/3d/ag-3da1/index.html>.

¹⁶ Für ausführliche Informationen vgl. Holben (2010); Twentieth Century Fox, Presseheft (2009: 7) und Duncan (2009: 72 ff./86 ff.).

Für CORALINE, den ersten in S3D geplanten und gedrehten Stop-Motion-Film, kam auf Grund beschränkter Platzverhältnisse nur eine Kamera zum Einsatz, die gesteuert über Motion Control jeweils zuerst das linke und nach einer kleinen horizontalen Verschiebung das rechte Bild fotografierte. Die Kameraachsen verliefen dabei parallel, die Konvergenz wurde erst in der Postproduktion erzeugt (Fordham 2009: 49; Universal Pictures, Presseheft 2009: 25).

4.5.2 Einfluss von Kameraparametern

Die mit langen Brennweiten erzeugte Raumkompression kann im zweidimensionalen Film als gestalterisches Mittel eingesetzt werden, wirkt aber im S3D-Film dem eigentlichen Sinn der Sache, nämlich besondere räumliche Tiefe zu schaffen, entgegen. Die Brennweite wirkt sich direkt auf den Stereoeffekt aus, weil die Wahl des Objektivs an die Distanz zwischen Kamera und Objekt gebunden ist und dieselbe Distanz auch ausschlaggebend ist für die gewählte Grösse der Stereobasis (Mendiburu 2009: 110). Deshalb warnen Spezialisten vor dem Einsatz von langen Brennweiten, weil dies zum sogenannten Cardboard-Effekt führt (*cardboarding*).¹⁷ Der Cardboard-Effekt lässt die einzelnen Bildebenen wie hintereinander aufgestellte Pappkulissen wirken. Figuren und Objekte verlieren an Plastizität und können im Extremfall sogar perspektivisch verzerrt werden.¹⁸

Zusätzlich zu langen Brennweiten führen auch eine zu kleine Stereobasis im Verhältnis zur Distanz zwischen Nahpunkt und Kamera und zu grosse Distanzen zwischen den einzelnen Objekten in der gefilmten Szene zum Cardboard-Effekt (Kluger 2010; Klews 2009: 22). Extreme Unschärfen im Bild können ebenfalls eine «Pappkulissen»-Ästhetik erzeugen, weil den Oberflächen die Strukturen fehlen, die das visuelle System braucht, um Räumlichkeit aufzubauen (Koller 2010).

Die getrennte Aufnahme von Hinter- und Vordergrund mit unterschiedlichen Stereobasen und eine separate Bearbeitung der Tiefe ist eine Möglichkeit, um trotz Einsatz von langen Brennweiten den Cardboard-Effekt zu umgehen (Kluger 2010). Die Bildkohärenz ist auch hier wichtig, um spätere retinale Rivalitäten beim Zuschauer zu verhindern. Das umstrittene Vorgehen der Konvertierung (vgl. Kap. 4.9) von zweidimensionalem Material zu Stereomaterial erlaubt die Arbeit mit langen Brennweiten ebenfalls, ohne einen Cardboard-Effekt zu erzeugen und ermöglicht zusätzlich eine Tiefenmanipulation, wie sie bei in Stereo gedrehtem Material nicht durchführbar ist (Kluger 2010; Ralston 2010).

Besonders auffällig ist der Cardboard-Effekt in STREETDANCE 3D. Die einzelnen Bildebenen wirken hier fast durchgehend flach, teilweise werden sogar die Figuren perspektivisch leicht verzerrt dargestellt, was vor allem an den Gesichtern zu erkennen ist. Die manchmal extrem unscharfen Hintergründe verstärken diesen Effekt zusätzlich. Nur einige wenige Momente während eines Tanzwettkampfs weisen etwas mehr Objektvolumen auf, weil die Kameras im Matrix-ähnlichen *Bullet Time*-Stil um die Figuren kreisen. Greutert

¹⁷ Vgl. Mendiburu (2009: 99/109 f.); Lipton (1982: 231).

¹⁸ Der Cardboard-Effekt ist nicht zu verwechseln mit dem Cutout-Effekt, der aus einem voluminösen Objekt besteht, das sich vom Hintergrund abhebt (Kluger 2010).

(2010) und Welter (2010) sind überzeugt, dass *STREETDANCE 3D* ohne besonderes S3D-Konzept gedreht und nach der üblichen Vorgehensweise eines 2D-Films gearbeitet wurde, obwohl der Film von Anfang an als Stereoprojekt geplant war, wie dem Presseheft zu entnehmen ist (Rialto Film, Presseheft 2010: 7). Filmkritikerin Nina Scheu (2010: o.S.) bedauert, dass ausgerechnet ein Tanzfilm, dessen Choreografien in stereoskopischer Darstellung besonders interessant wären, schlussendlich so flach wirkt.

Während die künstliche Welt der Na'vi in *AVATAR* durchgehend plastisch wirkt, sind die einzelnen Bildebenen in den Live-Action-Aufnahmen ebenfalls geprägt von der «Pappkulissen»-Ästhetik. Der Cardboard-Effekt sticht hier natürlich besonders ins Auge, weil die Erzählung ständig zwischen den zwei Welten hin- und herspringt und so die Unterschiede betont werden. Die Bilddifferenz zwischen der uns halbwegs bekannten Welt und Pandora macht es schwierig, die speziellen technischen Umstände der Kinovorführung zu vergessen. Während bei CG-Teilen relativ schnell eine Gewöhnung an den Stereoeffekt eintritt, besteht für den Zuschauer bei jedem Wechsel zurück zu den Live-Action-Bildern die Gefahr, dass er gewaltsam an die S3D-Projektion erinnert wird. Paradoxerweise kann dies dazu führen, dass die künstliche, inexistente Welt natürlicher und glaubwürdiger wirkt als die Bilder der «realen» Welt mit Schauspielern in Fleisch und Blut.

Die Volumitätsunterschiede zwischen den Live-Action-Aufnahmen und den computergenerierten Bildern in *AVATAR* machen deutlich, wie viel mehr Einfluss die Computeranimation auf die einzelnen Stereoparameter und Bildinhalte erlaubt. Computergenerierte S3D-Bilder haben laut Simon Otto (2010), Chef der Figurenanimation bei den DreamWorks Studios, den Vorteil, dass viele der physischen Gesetzmässigkeiten, welche die Dreharbeiten oder die Postproduktion einschränken, entfallen.¹⁹ Bei virtuellen Kameras sind die Probleme der realen Kamera-Rigs nichtig (Mendiburu 2009: 124). Neben dem Cardboard-Effekt entfallen sämtliche Symmetriefehler der Bilder wie Rotation und vertikale Disparitäten, aber auch die Trapezverzerrung, weil von Beginn weg sowohl über alle Stereoparameter wie auch den gesamten Bildinhalt die absolute Kontrolle besteht. Auch Maier (2010) bestätigt, dass die stereoskopische Umsetzung eines computergenerierten Films grundsätzlich einfacher sei, weil man mehr gestalterische Möglichkeiten hat. Man sei hier der Perfektion schon näher als bei Live-Action-Filmen.

Bisher habe ich noch keinen computeranimierten Film gesehen, der aus Cardboard-Bildebenen bestand. Doch zusätzlich zu *AVATAR* und *STREETDANCE 3D* tritt der Cardboard-Effekt in jedem von mir visionierten Film mit Live-Action-Bildern mehr oder weniger stark auf: *THE FINAL DESTINATION 4*, *ALICE IN WONDERLAND* und *CLASH OF THE TITANS*. Den Machern von *STEP UP 3D*, dem zur Zeit aktuellsten Live-Action-S3D-Film, ist es gelungen, den Cardboard-Effekt allgemein zu reduzieren.

Die Verwendung von Zoomobjektiven ist bei einer S3D-Aufnahme eine sehr sensible Sache, denn man benötigt zwei Objektive, die exakt gleich zoomen und sich während der Bewegung auf der optischen Achse nicht verschieben. Kommt es zu Bildunterschieden,

¹⁹ Präsentation, Media Future Day Zürich 2010.

können vertikale Disparitäten und Grössenunterschiede entstehen (Mendiburu 2009: 111). Trotz diesen Schwierigkeiten empfiehlt Mendiburu (2009: 111) den Einsatz von Zoomobjektiven, um damit Zeit zu sparen beim mühsamen Objektivwechsel an zwei Kameras. Lipton (1982: 166) ermittelte anhand mehrerer Tests, dass sich Bildverzerrungen bei korrektem Einsatz verhindern lassen.

4.5.3 Kamera- und Objektbewegungen

Die durch eine Kamerabewegung erzeugte Bewegungsparallaxe verstärkt die Tiefenwirkung in einem S3D-Film stark (Maier 2008a: 15; Mendiburu 2009: 96). Allerdings ist bis dato die durch eine schnelle Kamerabewegung entstehende Bewegungsunschärfe (*motion blur*) noch ein ungelöstes Problem. Damit das visuelle System des Zuschauers die beiden Netzhautbilder auf Ähnlichkeiten für eine mögliche Fusion abgleichen kann, ist es auf Strukturen und Muster im Bild angewiesen. Bei Bewegungsunschärfen sind die Verwischungen jedoch so stark, dass sämtliche Anhaltspunkte verloren gehen und der Stereoeffekt in sich zusammenfällt (Sieber 2010). Ein Bild wird in diesem Moment zu einem undefinierbaren und unangenehmen Farbgemisch ohne Einzelheiten. Dies geschieht zum Beispiel in *HOW TO TRAIN YOUR DRAGON*: Hiccup blickt in die Seegrube hinunter und sieht zum ersten Mal den von ihm verletzten Drachen. In einem Point-of-View schwenkt die Kamera über die Wände der Grube, die zur Unkenntlichkeit verschwimmen.

In *CLASH OF THE TITANS* sind Bewegungsunschärfen ebenfalls präsent und auch störend. Gerade in Aufnahmen, die mit dem Stereoeffekt besonders eindrücklich wirken könnten, wie zum Beispiel während Flugaufnahmen über die Hügel- und Berglandschaft, ist von der Umgebung oft nicht mehr viel zu erkennen, weil alles verschwommen ist und dem Auge keinerlei Anhaltspunkte gegeben werden.

Auf einer überdurchschnittlich grossen Leinwand wie zum Beispiel dem IMAX-Format tritt nach meiner Erfahrung das Problem der Bewegungsunschärfen sogar noch häufiger auf, weil die zurückzulegenden Distanzen der einzelnen Bildpunkte auf der riesigen Projektionsfläche grösser sind und der Zuschauer sehr nah an der Leinwand sitzt.

Der häufigste Lösungsvorschlag, den ich in Erfahrung bringen konnte, ist, insbesondere schnelle Kamerabewegungen schlicht und einfach zu vermeiden oder nur einzusetzen, wenn ein scharf abgebildetes Objekt im Vordergrund zu sehen ist, das den Augen einen Anhaltspunkt gibt (Sieber 2010; Kluger 2010). Kluger (2010), Sieber (2010) und Ralston (2010) sprechen ausserdem von höheren Bildraten bei der Aufnahme und Projektion, aber dies sei technisch momentan noch nicht umsetzbar.

Bewegungsunschärfen in statischen Einstellungen, die von Objektbewegungen ausgelöst wurden, empfand ich oft ebenso störend wie Hintergrundunschärfen bei Kamerabewegungen. Die schnellen Tanzbewegungen in *STEP UP 3D* verkommen meistens zu einem unkenntlichen Flimmern, ebenso Kampfszenen in *AVATAR*. Als Jake bei seinem ersten Ausflug in seinem neuen Körper von einem Tier angegriffen wird, folgt eine hektische Verfolgungsjagd durch den Dschungel. Die dabei entstehenden Unschärfen lassen dem Auge

oft nur wenige Anhaltspunkte. Vermutlich ebenfalls zu Bewegungsunschärfen-bedingten Flimmer-Eindrücken führen in AVATAR Figuren, die sich, leicht vor dem Scheinfenster, sehr nahe an der Kamera durchs Bild bewegen.

Ein Faktor, den ich erstaunlicherweise nur in Mendiburus (2009: 114) Text erwähnt fand, sind die S3D-spezifischen Bewegungsartefakte, die bei einer schnellen horizontalen Bewegung im Bild entstehen können: Die Kameras laufen bei der Aufnahme jeweils synchron, das heisst, die Bilder der linken und rechten Kamera nehmen eine Bewegung Frame per Frame zum gleichen Zeitpunkt auf. Bei der Kinoprojektion in *Digital 3D* werden die Bilder üblicherweise hintereinander in der Abfolge Links 1 - Rechts 1 - Links 2 - Rechts 2 etc. abgespielt. Das visuelle System geht davon aus, dass sich das Objekt im Bild Rechts 1 schon ein wenig weiter bewegt hat im Gegensatz zur Position in Bild Links 1. Da die Bilder jedoch gleichzeitig aufgenommen wurden, ist dies nicht der Fall. Laut Mendiburu (2009: 114) wird das sich bewegende Objekt deshalb weiter vorne wahrgenommen, als es eigentlich liegt, weil die Bewegungsparallaxe als Tiefenparallaxe interpretiert wird.

Dass die von mir beobachteten Phänomene der durch Kamera- und Objektbewegungen verursachten flimmernden Unschärfen hin zu einer neuen Tiefendeutung führen, kann ich nicht bestätigen. Bei einer Dreifachwiederholung der einzelnen Bilder bei der Projektion sei dies auch nicht so relevant, schreibt Mendiburu (2009: 114). Es scheint jedoch einleuchtend, dass solche Bewegungsartefakte zu einer erschwerten Wahrnehmung der Bilder und somit zu Schwierigkeiten beim Fusionieren führen können.

4.6 Aspekte der Bildgestaltung

Alle Faktoren, die Einfluss haben auf die Tiefenhinweise, die von Mendiburu (2009: 82) definierte Komfortzone und die Technologie müssen bei der Bildgestaltung eines S3D-Films beachtet werden. So eignet sich eine perspektivisch eingerichtete Szene zum Beispiel besonders, um die Räumlichkeit zu betonen, weil dem Auge so die verschiedenen Abstufungen in den Raum hinein vorgeführt werden (Maier 2008a: 14).

In einigen der aktuellen Filme ist deshalb zu beobachten, wie verhältnismässig oft perspektivische Räume und Einstellungen eingesetzt werden. In ALICE IN WONDERLAND wird mit vielen Bildern von langen Gängen und dem überdimensionalen Thronsaal die Tiefe der Räume betont (Abb. 4.14). STEP UP 3D spielt in den engen Gassen New Yorks, in einem von vielen diagonalen Baubestandteilen durchzogenen Lagerhaus und auf Dächern, die mit Backsteinmauern überzogen sind und geometrisch-perspektivische Muster ergeben.

Mendiburu (2009: 96) beschreibt einige der wichtigsten Aspekte in Bezug auf Setelemente, die zur guten Umsetzung des Stereoeffekts beitragen: Überfüllte, chaotische Bilder, die in einem zweidimensionalen Film oft zur Überforderung des visuellen Systems führen, sind sehr geeignet für einen S3D-Film, weil sich die vielen Objekte entlang der Tiefenachse stapeln. Dementsprechend sind leere Bilder eher problematisch, da dem Auge Anhaltspunkte zur räumlichen Orientierung fehlen (Mendiburu 2009: 96).



Abb. 4.14: Perspektivische Darstellung in ALICE IN WONDERLAND

In SHREK FOREVER AFTER werden Bilder mit Objekten, die in die Tiefe gestaffelt sind, auffällig häufig eingesetzt. Immer wieder fährt die Kamera aus Augenhöhe nach oben und gibt den Blick frei auf einen Wald, dessen Bäume auf Distanz immer kleiner werden, oder auf ein Dorf, an dessen Hauptstrasse sich die Häuser entlang ziehen.

Im zweidimensionalen Film lässt sich eine eigentlich nicht vorhandene Tiefe erzeugen über verschiedene optische Effekte wie Hintergrundlichter, Matte Painting und Miniaturmodelle im Vordergrund. Im S3D-Film werden solche Effekte laut Mendiburu (2009: 101) digital erstellt und in die Szenerie eingepasst, weil sie sonst dem Stereoeffekt eher entgegenwirken.

Farben lassen sich ebenso wie im herkömmlichen Film gezielt zur Tiefenerzeugung einsetzen, indem zur Gestaltung des Vordergrunds wärmere und des Hintergrunds kühlere Töne verwendet werden (Mendiburu 2009: 101). Starke Kontraste zwischen Vorder- und Hintergrund sollten im S3D-Film jedoch vermieden werden, weil dies Ghosting provozieren kann (vgl. Kap. 2.2.3) (Mendiburu 2009: 101).

Setelemente wie zum Beispiel Pfosten, die im Vordergrund ins Bild eintreten oder durchs Bild wandern, sind laut Mendiburu (2009: 101) unbedingt zu verhindern. Es besteht einerseits die Gefahr, dass dieses Objekt zu weit vom Zentrum des Bildes entfernt ist und deshalb ausserhalb des Fusionsbereichs liegt, oder, dass es sich zwar innerhalb dieser Zone befindet, dadurch aber den Rest der Einstellung dominiert und den Stereoeffekt zusammenfallen lässt. Mendiburu führt dies zwar nicht weiter aus, aber ich gehe davon aus, dass die so entstehende Flächigkeit zusätzlich auftritt, weil ein solches Objekt üblicherweise vom oberen und unteren Bildrand angeschnitten ist und eine Scheinfensterverletzung entsteht (vgl. Kap. 4.6.1).

Besonders wichtig ist wie schon erwähnt die Generierung von Strukturen und Mustern. Halbtransparente Objekte wie Glas, Nebel oder Rauch sind deshalb schwierig in S3D umzusetzen, weil ihnen von Natur aus starke Strukturen fehlen. Diese können mit einer

besonderen Lichtsetzung aber hervorgehoben werden (Ralston 2010). Anhand des Pfeifenrauchs der Raupe Absolem in *ALICE IN WONDERLAND* wird schön sichtbar, wie sich fehlende Anhaltspunkte im halbtransparenten Objekt auf die Wahrnehmung auswirken. Der Rauch ist nicht richtig zu fassen und auf keiner Tiefenebene, also weder vor noch auf oder hinter der Leinwand, einzuordnen.

Viele Totalen der Tanzräume in *STREETDANCE 3D* sind räumlich ebenfalls schwer zu erfassen, weil ein leichter Dunst oder Staub in der Luft liegt, der vom durch die grossen Fenster hereinfliegenden Licht betont wird. Der dunstige Eindruck ist einerseits zwar als Volumen zu spüren, aber nicht auf eine Tiefenebene festzulegen und verwischt andererseits Strukturen und Muster der dahinterliegenden Objekte und Figuren. Auch die Panoramabilder mit Blick über die Stadt sind oft stark mit Dunst überzogen, und zwar nicht nur am Horizont, was einer atmosphärischen Perspektive entsprechen würde, sondern gesamthaft, was ebenfalls einen leicht irritierenden Räumlichkeitseffekt bewirkt.

Wie mit dem Wegfallen und Auftauchen von Strukturen auch gespielt werden kann, zeigt sich schön in *HOW TO TRAIN YOUR DRAGON*. Beim ersten gemeinsamen Drachentritt fliegt Hiccup mit Astrid durch die Wolken, deren Strukturen sehr ausgeprägt sind auf Grund eines starken seitlichen Lichteinfalls. Etwas später in der gleichen Szene fliegen sie in eine graue Nebelwand, die zuerst keine räumlichen Anhaltspunkte aufweist. Nacheinander tauchen im Hintergrund verschiedene Drachen in unterschiedlichen Distanzen auf und geben so dem Nebelraum die fehlende Musterung und dem visuellen System die Möglichkeit, sich im Raum zu orientieren.

4.6.1 Verletzung des Scheinfensters

Monokulare Tiefenhinweise können binokulare Tiefeninformationen einerseits unterstützen, sie bergen gleichzeitig aber auch die Gefahr, den binokularen Informationen entgegenzuwirken, was zu einem Zusammenbruch des Stereoeffekts oder zu verfälschten Grössenverhältnissen im Bild führen kann. Zwei solche Konflikte lösen den Gigantismus- und den Miniaturisierungs-Effekt aus (vgl. Kap. 4.1.2). Doch noch wichtiger zu beachten ist die Verletzung des Scheinfensters (*window violation*).

Die Scheinfensterverletzung tritt dann auf, wenn ein Objekt, das im Raum vor der Leinwand platziert ist, von einem oder von mehreren Rändern der Projektionsfläche angeschnitten wird. Nehmen wir als Beispiel einen Ball, der zwischen der Leinwand und dem Publikum schwebt und der links angeschnitten ist. Das linke Projektionsbild liefert durch die ursprüngliche Kameraposition mehr Bildinformationen über den Ball, als das rechte. Auf Ebene der binokularen Tiefenwahrnehmung fehlt dem visuellen System deshalb ein Puzzleteil, um die Situation kohärent aufzubauen. Die fehlenden Informationen lassen sich nur mit einer monokular wahrnehmbaren Verdeckungssituation erklären. Deshalb wird der Ball als hinter dem Scheinfenster liegend wahrgenommen – die einzige logische Erklärung für das visuelle System. Der geplante Stereoeffekt fällt als Konsequenz daraus zusammen (Mendiburu 2009: 80). Bei einer Verdeckung durch die seitlichen Bildränder verstärkt

der Informationsunterschied zwischen linkem und rechtem Auge den Konflikt. Aber auch wenn ein Outscreen-Objekt vom oberen und/oder vom unteren Bildrand angeschnitten wird, kann das visuelle System nicht richtig interpretieren, weshalb dieses im Vordergrund schwebende Objekt von einer Bildebene, die eigentlich dahinter liegt, angeschnitten wird, und der Stereoeffekt zerfällt ebenfalls (Sieber 2010).

Die prädestinierten Einstellungen für das Auftreten einer Scheinfensterverletzung sind Grossaufnahmen von Figuren und Dialoge, die in Over-Shoulder-Einstellungen decoupiert sind, weil die Figuren dabei üblicherweise seitlich angeschnitten sind. Objekte, die oben und unten angeschnitten sind und im Vordergrund ins Bild eintreten, führen ebenfalls zum Zusammenbruch des Stereoeffekts, so zum Beispiel die ‚Lianen‘ in AVATAR, die durch eine Kamerafahrt ins Bild kommen (Abb. 4.15).



Abb. 4.15: Scheinfensterverletzung in AVATAR

Zu dadurch bedingten Anpassungen der Kadrierung bestehen verschiedene Ansichten. Lipton (1982: 238) schreibt zum Beispiel, dass das Anschneiden durch die horizontalen Bildränder weniger problematisch sei als auf den Seiten. Dies hängt jedoch, wie Kluger (2010) und Sieber (2010) betonen, stark von der Grösse der Projektionsfläche ab. Bei einer grossen Leinwand, insbesondere im IMAX-Kino, fehlt dem Zuschauer die Referenz zum Scheinfenster, weil sein Gesichtsfeld vollständig ausgefüllt ist. Aber schon in normalen Multiplexkinos und natürlich vor allem bei Fernsehgeräten fallen angeschnittene Objekte besonders auf (vgl. Criado-Sors Cortés 2008: 62). Diese Ansicht kann ich auf Grund eines Vergleichs von zwei Visionierungen von HOW TO TRAIN YOUR DRAGON in einem Multiplexkino und einem Kino mit IMAX-Leinwandformat nur bestätigen. Während am ersten Vorführungs-ort oben angeschnittene Wikinger-Hörner und Ähnliches schnell auffallen, liegen die Bildränder auf der IMAX-Leinwand ausserhalb des Gesichtsfelds. Es ist davon auszugehen, dass dies dem normalen Zuschauer bei solch grossen Leinwänden überhaupt nicht auffällt, weil er keinen Grund hat, die Bildränder anzuschauen.

Das Verhindern einer Scheinfensterverletzung ist eine schwierige Herausforderung, weil die Bildgestaltung eingeschränkt wird und herkömmliche konventionelle Einstellungen wie eine Over-Shoulder-Einstellung im unidealsten Fall ein ganzes Bild zerstören. In AVATAR sowie auch in CORALINE, ALICE IN WONDERLAND und HOW TO TRAIN YOUR DRAGON liegt die Figur oder das Objekt, die bzw. das gerade im Zentrum der Einstellung steht, meistens auf der Ebene des Scheinfensters. Dies ermöglicht, die Aufmerksamkeit des Zuschauers auf dem Interessenspunkt zu halten, auch wenn vor dem Scheinfenster eine weitere Bildebene liegt. Insbesondere in AVATAR und HOW TO TRAIN YOUR DRAGON wurde so mit der klassischen Schuss-Gegenschussauflösung gearbeitet. Laut Lipton (1982: 239) stellen auch ein schnelles Rein- und Rausbewegen eines Objekts, eine dunkle Farbe oder ein Schatten kein Problem dar.

Neben dem Einsatz des Scheinfensters als Bildzentrum lässt sich auch mit der Lichtführung gezielt arbeiten. In HOW TO TRAIN YOUR DRAGON ist die Person mit dem Rücken zum Publikum bei einem Dialog oft leicht vor dem Scheinfenster platziert und ist oben und natürlich unten angeschnitten. Viele Szenen im Film finden nachts statt oder in dunklen Gemäuern und es brennt irgendwo ein Feuer. Die Lichtreflexe liegen meistens sehr punktuell auf dem Gesicht der Figur im Zentrum der Aufmerksamkeit und lenken so den Zuschauer von der Scheinfensterverletzung ab. Allerdings funktioniert die Aufmerksamkeitslenkung auch in diesem Film nicht immer, insbesondere, weil fast alle Figuren einen Wikingerhelm mit langen Hörnern tragen, die vom oberen Bildrand relativ häufig angeschnitten werden.

Sieber (2010) zieht das Anpassen der Einstellungsgröße in Betracht und greift zum Beispiel auf eine Totale zurück, wenn eine ganze Figur als Outscreen-Effekt erscheinen soll. Dabei müsse man jedoch auf die Struktur des Bodens achten, die, wenn zu unregelmässig und auffällig, ebenfalls zu einer Scheinfensterverletzung werden kann.

Indem versucht wird, Objekte aus dem hinteren Bildbereich heraus in den vorderen Raum zu bewegen, anstatt sie von der Seite ins Bild einzuführen, kann ebenfalls eine Berührung mit den Rändern verhindert werden (Mendiburu 2009: 98 f.). Dies geschieht oft in THE FINAL DESTINATION 4: Objekte, Blutspritzer und Körperteile fliegen aus der Tiefe des Raums auf den Zuschauer zu und nur selten bewegen sie sich seitlich ins Bild hinein. In CORALINE ist auf die ideale Objektplatzierung im Verhältnis zur Begrenzung des Scheinfensters besonders geachtet worden. Äusserst selten werden Objekte oder Figuren, die in den Zuschauerraum hinaustreten, von den Seitenrändern angeschnitten. Dasselbe gilt für STEP UP 3D, ein Film, der sämtliche Tanzeinlagen zu einem Outscreen-Event macht (Abb. 4.16).

Zusätzlich lässt sich mit einer allgemeinen Reduzierung des Stereoeffekts in einer problematischen Einstellung dem Zusammenbruch des Effekts entgegenwirken, oder man setzt ein sogenanntes schwebendes Scheinfenster ein (vgl. 4.6.2) (Kluger 2010).

Eine besondere Rolle spielt hier natürlich auch das Verhältnis der effektiven Leinwandgröße im Kinosaal zur Größe des Filmbilds. Muss auf Grund dieser physischen Voraussetzungen das Bild leicht überlappend projiziert werden, ist es umso wichtiger, dass der

gezeigte Ausschnitt vom Operateur so angepasst wird, damit durch die vorhandene Leinwand nicht Scheinfeinsterverletzungen entstehen, die in den Originalbildern eigentlich nicht vorhanden wären.



Abb. 4.16: Ein ganzer Körper fliegt auf das Publikum zu, ohne die Bildränder zu berühren (STEP UP 3D)

4.6.2 Schwebendes Scheinfeinster

Wird ein Outscreen-Objekt zum Beispiel auf der rechten Seite vom Leinwandrand angeschnitten, tritt für das Gehirn die in Kapitel 4.6.1 beschriebene Konfusion auf, weil das rechte Kamerabild mehr vom Objekt sichtbar macht als das linke. In dem nun auf der rechten Seite des rechten Bildes mit einer schwarzen Maske exakt die Anzahl Pixel abgedeckt wird, aus der die Bildschirm-Parallaxe der entsprechenden Bildebene besteht, kann das Gehirn die nun gleichen Informationen konfliktfrei verarbeiten und gleichzeitig wird der rechte Bildrand als schwebendes Scheinfeinster (*floating stereoscopic window*) nach vorne gezogen (Mendiburu 2009: 182). Bei einer gleichzeitigen linksseitigen Maskierung des linken Bildes wird das gesamte Scheinfeinster parallel zur Leinwand in Richtung Zuschauer versetzt (Abb. 4.17) (Mendiburu 2009: 182). Damit vergrößert sich der Stereoraum dahinter, die Handlung bewegt sich näher zum Zuschauer und der Gigantismus-Effekt kann verringert werden (Mendiburu 2009: 183). Durch ein wechselseitiges Maskieren – rechtsseitige Abdeckung des linken Bildes und linksseitige Abdeckung des rechten Bildes – verschiebt sich das Scheinfeinster hinter die physikalische Leinwandebene (Mendiburu 2009: 182). Das Zurücksetzen ermöglicht die Verstärkung des Outscreen-Effekts, ohne dem Publikum Schmerzen zuzufügen und reduziert den Miniaturisierungs-Effekt (Mendiburu 2009: 183).²⁰

Mit einem über die vertikale Achse gedrehten schwebenden Scheinfeinster kann zum Beispiel auf der linken Bildseite eine Figur in das Bild geführt werden, ohne dass die Berührung mit dem Bildrand zu retinaler Rivalität führt. Ideal ist dies laut Mendiburu (2009: 183) auch bei Over-Shoulder-Einstellungen. Über die horizontale Achse gedrehte schwebende Scheinfeinster sind ebenfalls möglich. Diese können zum Beispiel eingesetzt werden, um eine Störung durch eine starke Bodenstruktur zu verhindern.

²⁰ Beispiel für schwebendes Scheinfeinster: <http://www.lightillusion.com/stereoscopic3d-floatingwindow.htm>.

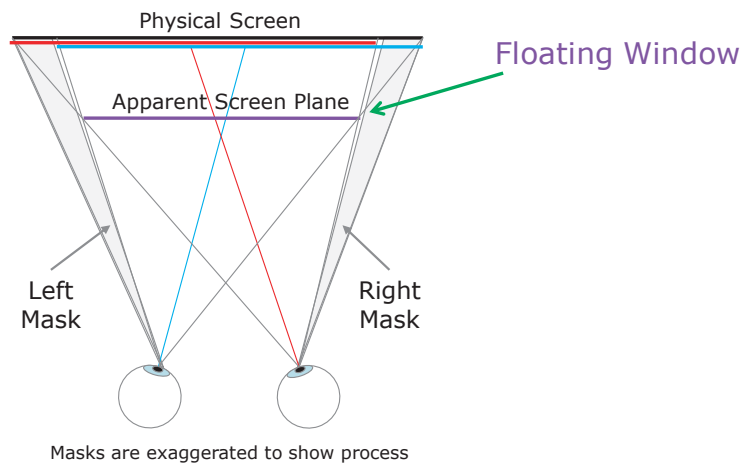


Abb. 4.17: Parallel zur Leinwand liegendes schwebendes Scheinfenster

Schwebende Scheinfenster wurden erstmals 1952 von Raymond Spottiswoode im Film *THE BLACK SWAN* (Leonard Reeve, UK) eingesetzt, damals in statischer Form und parallel zur Leinwand (Gardner 2009: 1). In den 1980er Jahren nahm der Stereograph Brian Gardner das Konzept wieder auf und begann, das Scheinfenster in alle Richtungen zu animieren. Das erste Mal auf einen Kinofilm anwenden konnte er die dynamische Form aber erst im Jahr 2006 in *MEET THE ROBINSONS* (Gardner 2009: 2). Heute wird das schwebende Scheinfenster sehr häufig eingesetzt und insbesondere bei sehr dynamischen Kamerabewegungen und grossen negativen Parallaxen sogar pro Bildkante in verschiedene Richtungen verzogen (*twisted floating stereoscopic window*), ohne dass dies vom Zuschauer bemerkt wird (Mendiburu 2009: 183 & 2010).

Erstaunlicherweise geht nur Mendiburu ausführlich auf das schwebende Scheinfenster ein. Andere Autoren, abgesehen von Gardner, halten sich eher zurück. Sieber (2010) betont im Gespräch, dass das mobile Scheinfenster nur im Kino und bei vollständiger Dunkelheit funktioniert. Ausseneinwirkungen wie die Wohnzimmereinrichtung im Falle eines S3D-Fernsehers oder ein nicht vollständig abgedunkelter Kinosaal lösen die Illusion der Raumverschiebung sofort auf. Davon ausgehend, dass ein Film, der im Kino ausgewertet wird, später auch auf 3D-Blu-ray erscheint, müsste man den Einsatz von schwebenden Scheinfenstern also verhindern (Sieber 2010).

Aber nicht nur die Bedingung der absoluten Dunkelheit und der Auswertungsrahmen sind entscheidend für die Wirkung des schwebenden Scheinfensters, sondern auch die korrekte Projektion. Mendiburu (2010) weist darauf hin, dass bei der S3D-Projektion leider oft zu wenig auf die korrekte Ausrichtung in Bezug zur Leinwandgrösse geachtet werde.²¹ Deshalb werden schwebende Scheinfenster nicht selten selbst durch die zu schmalen Flächen maskiert und der Effekt fällt zusammen.²²

Mendiburu (2010) bestätigte mir, dass in allen aktuellen S3D-Produktionen, auch in *AVATAR*, im gesamten Verlauf der Filme schwebende Scheinfenster verwendet werden. Im Abspann von *ALICE IN WONDERLAND* wurden damit die langsam wachsenden Pilze nach

²¹ E-Mail-Austausch, August 2010.

²² Walt Disney Pictures erklärt den Kinooperatoren in einem Video, wie sie das Zerstören von schwebenden Scheinfenstern verhindern können (<http://digitalcinema.disney.com/dc3dFloatWinMov.aspx>).

vorne in den Zuschauerraum versetzt (Mendiburu 2010). In *HOW TO TRAIN YOUR DRAGON* hatte ich den Eindruck, dass mehrmals ein schwebendes Scheinfenster eingesetzt wurde. Der Film beginnt mit einer rasanten Kamerafahrt über das Meer auf das kleine Wikingerdorf zu, das am Berghang klebt. Während dieser Fahrt wirkt das Wasser, als würde es auf den Zuschauer zufließen und als wäre es näher beim Publikum als der Himmel. Dies deutet darauf hin, dass hier ein unten nach vorne gewinkeltes schwebendes Scheinfenster zum Einsatz kam, um den Flug übers Wasser zu betonen und die Wirkung zu verstärken.

Mendiburu (2010) wies mich ausserdem darauf hin, dass ein schwebendes Scheinfenster im Kino ohne Brille zu erkennen ist. Bei einer Visionierung von *SHREK FOREVER AFTER* ist mir vor allem eine Over-Shoulder-Einstellung aufgefallen. Shrek steht dabei im Vordergrund mit dem Rücken zum Publikum und ist rechts angeschnitten. Am rechten Rand konnte ich die von Mendiburu (2010) beschriebene Bilddifferenz ausmachen, das heisst, über eine bestimmte Distanz war nur das linke Bild zu sehen, weil der entsprechende Teil des rechten Bildrandes mit einer Maske abgedeckt war.

In *STEP UP 3D* wird vor allem während den Tanzeinlagen sehr stark mit Outscreen-Effekten gearbeitet. Hände, Füße und sogar ganze Körper fliegen auf das Publikum zu. Die Choreografien sind oft triangulär aufgebaut, damit entweder die gesamte Figur an der Spitze als Outscreen-Effekt funktioniert, oder sich die Bewegungsabläufe der Arme und Beine im Publikumsraum abspielen. So kann der Outscreen-Effekt der Hände, der Arme, des Torsos oder des gesamten Körpers verstärkt werden und gleichzeitig ein allfälliges störendes Anschneiden des restlichen Körpers durch die untere Bildkante in den Hintergrund gedrängt werden (Abb. 4.18).



Abb. 4.18: Outscreen-Effekt mit Körperextremitäten in *STEP UP 3D*

Erstaunt hat mich, dass die Scheinfensterverletzungen am unteren Rand des Bildes den Stereoeffekt nicht zusammenbrechen liessen, denn die Beine befanden sich oft auch schon mit einer erheblichen negativen Parallaxe vor dem Scheinfenster. Es wäre deshalb möglich, dass das gesamte Scheinfenster wie oben beschrieben über eine Maskierung nach hinten versetzt wurde, um unangenehme Randprobleme zu minimieren und gleichzeitig den Stereoraum vor dem Scheinfenster zu vergrössern. Dafür sprechen würde ebenfalls ein nur selten auftretender fusionsbedingter Bildzerfall bei den Outscreen-Effekten.

4.6.3 Licht im S3D-Film

Wie weiter oben schon beschrieben, ist das Licht im S3D-Film besonders wichtig, um Strukturen hervorzuheben. Dies gilt nicht nur für halbtransparente Objekte wie Nebel, sondern grundsätzlich für alle Oberflächen, denn ohne Strukturen kann das visuelle System keine Räumlichkeit aufbauen. Ralston legt besonderen Wert auf den Einsatz von viel Licht, wie er an der FMX Stuttgart 2010 immer wieder betonte. Dunkle Ecken und Flächen wirken laut Mendiburu (2009: 113) flach und drohen, automatisch auf die Scheinfensterebene zu fallen. Mit mehr Licht kann dies verhindert und zusätzlich eine grössere Schärfentiefe geschaffen werden. Zusätzlich müssen der Lichtverlust, der durch den Einsatz eines Spiegel-Rigs auftritt, sowie die weiteren Verluste bei der Projektion beachtet werden (Mendiburu 2009: 113).

Durch viel Licht provozierte Kontraste können jedoch beim Visionieren auch unangenehm werden und, wie in den Ausführungen zu den Projektionssystemen schon erläutert, Ghosting erzeugen. In einer Szene in *HOW TO TRAIN YOUR DRAGON* steht eine brennende Kerze in einem eher düsteren Raum auf einem dunklen Tisch. Diese Kerze habe ich bei sämtlichen Visionierungen als Doppelbild wahrgenommen. Das bestätigt somit das Kontrastproblem. Wie vermutet, trat es jedoch bei der Vorführung mit dem S3D-System von Dolby Digital nicht so stark auf, weil dieses eine bessere Bildtrennung bietet.

An dieser Stelle besonders zu erwähnen sind Verarbeitungsprobleme von Lichtreflexen. Unebene, spiegelnde Flächen wie eine Wasserpfütze, Glas oder Autolack können von den Kameras nicht symmetrisch aufgenommen werden (Mendiburu 2009: 107). Auf dem linken und rechten Kamerabild strahlt die Reflexion mit einem leicht unterschiedlichen Winkel von der Oberfläche ab und liefert so zwei unterschiedliche Bildinformationen, die das visuelle System nicht fusionieren kann.

Besonders problematisch wirkten die Lichtreflexe auf mich in *STREETDANCE 3D*. Möglicherweise hat man hier Reflexionen zum ästhetischen Konzept des Films erklärt, oder es wurde beim Drehen nicht darauf geachtet und später auf das Entfernen verzichtet. Der alte, unebene Parkettboden in den Tanzräumen der Ballettschule ist jeweils übersät mit Lichtreflexen, die das Bild auseinanderreißen. Auch bei Tanz- und Showeinlagen auf den Bühnen spiegelt der Boden und sämtliche Scheinwerfer sind scheinbar unkontrolliert auf die Kameras gerichtet (Abb 4.19).

Die Objektivreflexe (*lens flares*) im Vorspann, der eine Mischung aus Live-Action-Bildern und computergenerierten Bildelementen ist, funktionieren hingegen sehr gut. Die störungsfreie Betrachtungsmöglichkeit deutet darauf hin, dass die Objektivreflexe in der Postproduktion ins Bild gerechnet wurden – eine Vorgehensweise, die heute bei teilweise oder vollständig computergenerierten Filmen häufig angewendet wird, um separat erzeugte Bildebenen zusammenzuhalten und die Anwesenheit einer realen Kamera zu suggerieren (vgl. Flückiger 2008: 351 f.). Künstlich entstandene Objektivreflexe können dementsprechend perfekt in den Stereoraum und in das linke und rechte Bild eingepasst werden.



Abb. 4.19: Lichtreflexe auf dem Boden und Backlights in STEP UP 3D

Auch in AVATAR treten in den Live-Action-Szenen störende Lichtreflexe auf, obwohl laut Kameramann Mauro Fiore speziell darauf geachtet wurde, Highlights zu verhindern (Holben 2009: 45). So glänzt zum Beispiel die verschwitzte Haut des Colonels oft in alle Richtungen, oder auch helle, leicht reflektierende Kleider erzeugen Problemstellen. In den Räumen der Militärbasis tauchen immer wieder störende helle Flächen wie Fenster oder Neonröhren auf. Diese Elemente verwirren die Augen stark und provozieren eine Art Orientierungslosigkeit im Raum, weil die Beziehungen der Raumebenen zueinander nicht mehr stimmen.

Aber nicht nur in Live-Action-Filmen treten ungünstige Lichteinfälle auf. Auch im Animationsfilm HOW TO TRAIN YOUR DRAGON konnte ich beobachten, wie helle Elemente im Hintergrund einen negativen Einfluss auf den Stereoeffekt ausüben. Nachdem der Hüpftling feststellen musste, dass sein Sohn Hiccup doch kein grosser Drachenjäger ist, zieht er sich enttäuscht in den dunklen, hohen Gemeindesaal des Dorfes zurück. Im Hintergrund schleicht wenig später Hiccup durch die riesige Tür. Im gleichen Moment wird der Stereoeffekt stark gestört, weil ein grelles Licht durch die Tür fällt, die fast vom unteren bis zum oberen Bildrand reicht. Ein solcher Effekt ist jedoch weniger auf Reflexionen zurückzuführen, sondern mehr auf die Gefahr von hohen Kontrasten und Backlights.

Probleme mit Lichtreflexen können in der Postproduktion behoben werden, indem der entsprechende Bildbereich von einem Bild auf das andere kopiert wird, damit je nachdem beide Reflexionen in die selbe Richtung gerichtet sind oder das Phänomen ganz wegfällt (Sieber 2010). Bei Einstellungen, die viele spiegelnde Oberflächen aufweisen, wäre eine Nachbearbeitung jedoch trotzdem zu aufwändig. Abgesehen von der Copy-Paste-Variante könnte auch hier laut Ralston (2010) eine höhere Bildrate das Problem beheben.

4.7 Die Arbeit mit der Schärfentiefe im S3D-Film

Die Arbeit mit der Schärfentiefe im S3D-Film führt unter den Filmemachern zu Diskussionen. Die Problematik liegt in der paradoxen Situation des Anspruchs, dem Zuschauer ein möglichst wirklichkeitsgetreues Seherlebnis zu bieten und gleichzeitig den Zuschauerblick fest unter Kontrolle zu haben. Geht man davon aus, dass mit der Stereoskopie versucht wird, das natürliche Sehen so weit wie möglich zu imitieren, dann müsste der Zuschauer im filmischen Raum herumblicken können. Dies setzt voraus, dass sämtliche Bildelemente scharf abgebildet sind. Allerdings kommt so eines der wichtigsten Gestaltungsmittel des Films abhanden: das Spiel mit der Schärfentiefe, das zur Aufmerksamkeitslenkung des Zuschauers dient.

Der Grad der Schärfentiefe eines Bildes ist abhängig von der Grösse der Blende und der Brennweite sowie dem Abstand zwischen Objekt und Kamera. Ausserdem wird im aktuellen digitalen Zeitalter den einzelnen Bildebenen gerade bei Compositing-Einstellungen erst im Postproduktionsprozess ihr Schärfegrad zugeteilt. Dann muss die Unschärfe künstlich auf das digitale Material gerechnet werden, was wiederum zu einer ganz spezifischen Art der Unschärfe führt (Flückiger 2008: 267 f.).

Ob im S3D-Film mit oder ohne verschiedene Schärfenebenen gearbeitet wird, ist bis zu einem gewissen Grad Geschmacksache und eine Frage der Philosophie – eine Tatsache, die sich auch in den geführten Gesprächen und an Tagungen zeigt. Ralston (2010) zum Beispiel möchte nicht auf die Arbeit mit der Schärfentiefe verzichten, weil sie ein wichtiger Bestandteil der Filmkunst sei. Sieber (2010) erzählt, dass er davor gewarnt wurde, im S3D-Film Unschärfen einzusetzen, aber er sei zum Schluss gekommen, dass dies sehr gut funktioniert, wenn man unscharfe Bildelemente eher an den Rand setzt und je nach Ebenenverlagerung neu kadriert, um die Aufmerksamkeit auf scharf abgebildete Objekte zu lenken.

Andere Spezialisten wie Koller (2010) oder Kluger (2010) halten sich diesbezüglich eher zurück. Kluger legt Wert darauf, den Schärfenbereich wenigstens soweit auszubreiten, dass alle wichtigen Elemente im Bild scharf abgebildet sind. Wird laut Koller (2010) die Schärfenverschiebung zu exzessiv und in schneller Abfolge eingesetzt und wie in AVATAR auch noch an den Konvergenzpunkt gekoppelt, kann das visuelle System den Veränderungen teilweise nicht mehr folgen und ist überfordert.

Um die einzelnen Schwierigkeiten klar herauszuarbeiten, unterscheide ich im folgenden zwischen unscharfem Hintergrund, unscharfen Objekten im Vordergrund mit dahinterliegenden scharf abgebildeten Objekten und Schärfenverlagerungen.

Fokussieren wir im natürlichen Sehen ein Objekt, ist alles dahinterliegende unscharf. Bei einer Verschiebung des Fokuspunkts nach hinten wird unscharfes jedoch zu scharfem. Wendet nun ein Zuschauer beim Betrachten eines S3D-Films den Blick vom scharf abgebildeten Objekt ab und will den unscharfen Hintergrund fokussieren, wird er enttäuscht, weil die Unschärfe bestehen bleibt (Mendiburu 2009: 112). Dies ist der in Kauf zu nehmende Nachteil, wenn das filmspezifische Gestaltungsmittel auch in einem S3D-Film eingesetzt wird. Solche Momente treten in allen von mir visionierten aktuellen S3D-Filmen

auf. Aber in den einzelnen Filmen wird unterschiedlich damit gespielt, meistens wird mehr oder weniger erfolgreich versucht, die Zuschaueraufmerksamkeit von unscharfen Bereichen fernzuhalten und manchmal wechseln sich durchgehend scharfe Einstellungen und Bilder mit verschiedenen Schärfenebenen ab.

Bei allen visionierten Filmen und insbesondere bei AVATAR und ALICE IN WONDERLAND habe ich beobachtet, dass je mehr eine Grossaufnahme das Bild füllt, desto weniger störend ein unscharfer Hintergrund ist. Allerdings ist die Unschärfe des Hintergrunds zum Teil so extrem, dass er durch seine seltsame Oberfläche die Aufmerksamkeit auf sich zieht. Die bis zur Unkenntlichkeit verwischten Strukturen von Hintergrundelementen lassen sich auf das digitale Aufnahmeformat und vermutlich die nachträgliche Bearbeitung in der Postproduktion zurückführen. Bei einer so arg entstellten hinteren Bildebene wirken Vordergrundelemente und Figuren oft besonders flach.

Die extrem unscharfen Hintergründe in HOW TO TRAIN YOUR DRAGON führen eher zu einem Cutout-Effekt, das heisst, die Figur im Vordergrund ist zwar plastisch, hebt sich aber durch die spezifische Unschärfe zu stark vom Hintergrund ab. In SHREK FOREVER AFTER und TOY STORY 3 wurden die Hintergründe wesentlich differenzierter bearbeitet. Die Unschärfen sind sehr minim, der Bildinhalt ist zu jedem Zeitpunkt schön erkennbar und der Allgemeindruck kommt so dem unscharfen Hintergrund eines Analogbildes relativ nahe.

Unschärfe Elemente im Vordergrund können im S3D-Film aus physiologischen Gründen verwirrend wirken (Luostarinen 2010). Im natürlichen Sehen wird ein unscharfer Gegenstand im Vordergrund aus dem Wahrnehmungsfeld ausgeblendet, wie auch unsere Nase, oder durch Verschiebung der Eigenposition umgangen (Mendiburu 2009: 112). Der 2D-Film kann unscharfe Objekte oder Figuren im Vordergrund gezielt als Gestaltungsmittel der zweidimensionalen Bildfläche einsetzen. Dabei kann die Verdeckung einer eigentlich scharf abgebildeten Handlung im Hintergrund absichtlich sein, um dem Zuschauer etwas vorzuenthalten oder die Spannung zu steigern. Das Publikum hat über die vielen Jahre der Filmgeschichte hinweg die verschiedenen Phasen der Arbeit mit der Schärfentiefe auf der zweidimensionalen Fläche miterlebt, das visuelle System des geübten Zuschauers weisst grundsätzlich, wie es mit Schärfenverlagerungen und unscharfen Vordergrunden umzugehen und wie es diese zu interpretieren hat. Die dreidimensionale Wirkung des zweidimensionalen Filmbilds wird bei verdeckenden unscharfen Ebenen nicht in Frage gestellt, weil dem Zuschauer über das Dispositiv mit der fehlenden Stereopsis und einer relativ grossen Distanz zur Leinwand klar eine Situation der Betrachtung und nicht der Umgebungswahrnehmung präsentiert wird. Die Kombination der Distanz zwischen Leinwand und Zuschauer und stereoskopischen Filmbildern kann nun aber einen Konflikt auslösen. Beim Betrachten eines zweidimensionalen Films entfällt dieser Konflikt wie von Cutting (2003: 225) beschrieben, weil gerade die Stereopsis als Tiefenhinweis fehlt (vgl. Kap. 3.3.4).

S3D-Bilder, projiziert auf einer zwanzig bis dreissig Meter entfernten Fläche, die den Zuschauer virtuell nur wenige Zentimeter hinter einer Pflanze platzieren, durch die er auf

eine weiter hinten gesetzte Handlung blickt, entsprechen nicht der stereoskopischen Wahrnehmungssituation im Alltag. Auch wenn die Pflanze leicht in den Raum hinausschwebt, liegt sie trotzdem noch so weit entfernt, dass ein Mensch sie im Alltag möglicherweise nicht einmal mehr stereoskopisch verarbeiten könnte. Gleichzeitig würde der Zuschauer dank den schnellen Sakkaden auf diese Distanz eine grosse Umgebungsfläche scharf wahrnehmen können, also sowohl die Pflanze wie auch die Handlung dahinter.

Solche Situationen, wie sie oft in *ALICE IN WONDERLAND* und *AVATAR* auftreten, konfrontieren den Zuschauer mit einer eigentlich der Umgebungswahrnehmung nachempfundenen räumlichen Verarbeitung, gleichzeitig ist der logische Aufbau des Raums aber unterbunden durch die Konstellation des Kinodispositivs. Während wir im natürlichen Sehen ein Objekt im Vordergrund einfach ausblenden oder auf die durch die Einstellungsgrösse suggerierte Distanz einen allgemein grösseren Schärfenbereich wahrnehmen, stören unscharfe Objekte vor oder auf dem Scheinfenster, weil sie als undefinierte Flecken sinnlos das Bild verdecken (Abb. 4.20). Erzeugt das unscharfe Objekt zusätzlich eine Scheinfensterverletzung, wie in Abbildung 4.15 (S.66), ist die Verwirrung für das visuelle System des Zuschauers komplett.



Abb. 4.20: Unscharf abgebildete Pflanzen im Vordergrund in *AVATAR*

Unscharfe Figuren im Vordergrund bei einer Schuss-Gegenschuss-Konstellation sind dem Zuschauer grundsätzlich bekannt aus dem zweidimensionalen Film. Wird die Aufmerksamkeit jedoch nicht genügend vom unscharfen Bildelement abgelenkt, entsteht ebenfalls eine physiologisch bedingte Verwirrung, bei der dem visuellen System eine Situation suggeriert wird, die es nicht so aufnehmen kann, wie es sich das gewohnt ist. Ebenso wie zur Ablenkung von einer Scheinfensterverletzung kann auch hier mit gezielter Lichtsetzung oder Anpassung der Kadrierung die Aufmerksamkeit auf die Hauptbildebene und weg vom unscharfen Element gelenkt werden. Dabei liegt die Figur im Zentrum meistens auf dem Scheinfenster. Je grösser die Leinwand, desto weniger stören unscharfe Objekte vor der scharfen Bildebene auf dem Scheinfenster, ausser sie liegen prominent in der Bildmitte.

Der Einsatz von Schärfenverlagerungen während einer Einstellung ist im S3D-Film möglich, allerdings konnte ich in den visionierten Filmen nicht viele davon ausmachen. Eine diesbezüglich sehr auffällige Szene ist gleich am Anfang von AVATAR zu sehen. Jake ist mit dem Raumschiff unterwegs nach Pandora und gerade aufgewacht. Wir blicken von oben in Grossaufnahme auf sein Gesicht. Über ihm, also im Stereoraum zwischen Jake und den Zuschauern, schwebt ein Flüssigkeitstropfen in der Luft. Zunächst ist die Bildebene mit Jake scharf und der Tropfen unscharf. Gleichzeitig mit Jake, der die Flüssigkeit jetzt erkennt, wird der Fokus des Zuschauers auf den Tropfen gelenkt, der scharf wird, während der Hintergrund samt Figur unscharf wird. In Anbetracht der Tatsache, dass die Flüssigkeit einen minimalen Teil der gesamten Bildfläche ausmacht, führt diese Schärfenverlagerung zu einem etwas seltsamen Flächenanteil-Verhältnis zwischen scharfem und unscharfem Bereich (Abb. 4.21/4.22).

Schärfenverlagerungen zeigen deutlich die Schwierigkeit der Übertragung der Umgebungswahrnehmung auf die Filmwahrnehmung und die gleichzeitige Verwendung von Gestaltungsmitteln, die dem natürlichen Sehen sehr fremd sind. Die Filmwissenschaftlerin Tereza Smid (2006: 285 ff.) schreibt in ihrem Aufsatz zu den Wirkungsmöglichkeiten der Schärfenverlagerung, dass diese der menschlichen Wahrnehmung entgegengesetzt sei und neben der Aufmerksamkeitslenkung auch zur Vergrößerung und Verkleinerung des filmischen Raums sowie zur Visualisierung der inneren Prozesse von Figuren diene. Sowohl die Steuerung des Blicks als auch die Beeinflussung der filmischen Raumerfahrung sind dem Ziel der Filmstereoskopie, die natürliche Stereopsis nachzuahmen, entgegengesetzt. Dass ich die wenigen Schärfenverlagerungen als eher unangenehm wahrnahm, könnte also mit der konträren Funktionsweise der Schärfenverschiebung und der Stereoskopie in Verbindung stehen.

Momente grosser Schärfentiefe habe ich in den visionierten Filmen immer als sehr angenehm empfunden, weil sie die Freiheit lassen, hin und her zu blicken und eventuell auch Reaktionen der Figur aufzuschnappen, die vielleicht gerade seitlich zum Publikum steht. Beispiele dafür sind einzelne Einstellungen in CORALINE, unter anderem während eines Gesprächs zwischen dem Mädchen und ihrer falschen Mutter in der Küche, oder in HOW TO TRAIN YOUR DRAGON bei einer Schuss-Gegenschuss-Konstellation zwischen Hiccup und Astrid. In STEP UP 3D erstreckt sich der Schärfenbereich fast immer auf alle Objekte und Figuren, die im Zentrum der Handlung stehen.

Besondere Fälle sind Objekte, die aus der Scheinfensterebene herausragen und im vorderen Bereich unscharf sind. Eine Waffe, die auf das Publikum gerichtet wird, ist ein klassisches Beispiel dafür. Ob man nun bevorzugt, dass ein solches Objekt durchgehend scharf abgebildet ist, damit der Zuschauer sämtliche Bereiche anschauen kann, oder ob man lieber der Natürlichkeit der Momentaufnahme folgt und den vorderen Bereich unscharf belässt, ist sehr individuell. Mich persönlich haben Einstellungen irritiert, in denen wie zum Beispiel in AVATAR eine Waffe aus der Leinwand herausragt, die meine Augen dann auf Grund der Unschärfe im vorderen Bereich nicht vollständig abtasten konnten (Abb. 4.23).



Abb. 4.21 & 22: Schärfenverlagerung in AVATAR



Abb. 4.23: Waffe in AVATAR, deren Spitze unscharf in den Zuschauerraum hinausragt

Selbstverständlich gibt es aber auch Situationen, in denen sich zum Beispiel aus narrativen Gründen eine selektive Schärfentiefe lohnt, um die Zuschaueraufmerksamkeit im hinteren Bereich des Stereoraums zu halten.

4.8 Schnitt

Die Veränderung im Bereich Schnitt ist eines der am häufigsten behandelten Themen in Berichten aus der Fachpresse und der populären Presse. Weil das visuelle System des Zuschauers länger braucht, um ein Stereobild zu lesen, vor allem auch auf Grund der Diskrepanz zwischen Konvergenz und Akkommodation, und weil der Zuschauer sich zuerst in jedem neuen Einstellungsraum orientieren muss, darf die Schnittfrequenz bei S3D-Filmen nicht so hoch sein wie bei aktuellen 2D-Mainstreamfilmen (Hoffmann et. al. 2008: 3; Mendiburu 2009: 151). Dies hat für den Regisseur zur Folge, dass er seine Geschichte in viel weniger und längeren Einstellungen erzählen kann (Sieber 2010; Welter 2010).

Welter (2010) betont, dass eine S3D-Geschichte nicht mehr sequentiell gegliedert wird. Dem Zuschauer muss der gesamte Raum gezeigt werden, damit er die Handlungen, die darin stattfinden, erkennt und miterlebt. Seinen neusten Film *ONE WAY TRIP 3D* wird Welter (2010) mit einer Art Distanzwellen aufbauen: Die einzelnen Sequenzen beginnen mit weiten, längeren Einstellungen, die alle wichtigen Elemente der Umgebung zeigen. Schrittweise wird der Zuschauer dann an die Details herangeführt, bis wieder die nächste offene Szene folgt.

Im Endeffekt wirkt sich diese Veränderung in gewissen Aspekten sogar auf die Schauspieler und allfällige Stuntleute aus, denn insbesondere Kampfszenen müssen anders aufgebaut und choreografiert werden, damit sie in nur einer Einstellung glaubwürdig durchgespielt und aufgenommen werden können (Welter 2010). Michael Coldewey und Georg Wieland vom Postproduktionshaus Trixter in München sind sogar der Meinung, dass von den Darstellern allgemein ein besseres Schauspiel abverlangt werde auf Grund der längeren Einstellungen.²³

Neben der allgemeinen Ermüdungsgefahr durch längere Wahrnehmungsphasen ist auch die Tiefenkontinuität zu beachten. Sprünge in der Tiefe, wie sie im S3D-Film möglich sind, kennen wir aus dem Alltag nicht. Deshalb sollten zu grosse *depth jump cuts* vermieden werden (Mendiburu 2009: 88). Sprünge vom Vordergrund in den Hintergrund sind grundsätzlich besser zu verarbeiten, weil sich die Augen beim Divergieren entspannen können (Mendiburu 2009: 154). Mit *active depth cuts* lassen sich grosse Differenzen zwischen der Lage des vorhergehenden und des nachfolgenden Konvergenzpunkts verhindern. Die Konvergenzpunkte der zu verbindenden Einstellungen bewegen sich dabei schrittweise aufeinander zu, damit zum Zeitpunkt des Schnitts der Tiefsprung nicht zu gross ist. Dieses Verfahren wurde erstmals verwendet von Steve Schklair im Film *U2 3D* (Catherine Owens, Mark Pellington, USA 2007) (Mendiburu 2009: 154).

²³ Präsentation, FMX Stuttgart 2010.

An der Frage, ob mit oder ohne Stereoeffekt geschnitten werden soll, scheiden sich die Geister. Abgesehen davon, dass ein Schnittplatz, der über die idealen technischen Grundlagen für die Bearbeitung eines S3D-Films verfügt, heute noch Luxus ist, hängt dies in erster Linie davon ab, ob mit anguliert oder parallel ausgerichteten Kameras gedreht wurde. Bei parallelen Kameraachsen wird das Bild mit einem in der Unendlichkeit liegenden Scheinfenster angeliefert, was das Betrachten des Tiefenverlaufs des Stereoeffekts verunmöglicht. In diesem Fall wird die Lage der Konvergenz laut Koller (2010) erst nach dem Farb- und Lichtabgleich bestimmt (vgl. Kap. 4.5.1). Im Gegensatz dazu ermöglicht ein schon am Set konvergiertes Bildmaterial natürlich das sofortige Sehen mit mehr oder weniger korrektem Stereoeffekt.

Die Anpassung des Schnitttempos erfordert bis zu einem gewissen Grad eine neue Erzählweise. In den von mir visionierten Filmen scheint man sich aber gut damit arrangiert zu haben. Vor allem in AVATAR sind die einzelnen Einstellungen länger als vielleicht erwartet, was, wie auch bei den anderen Filmen, nur auffällt, wenn man wirklich darauf achtet.

Schwieriger wird der neue Schnittrhythmus bei Trailern, wie sich mir bei einigen Beispielen gezeigt hat. Ein Trailer dient dazu, den Zuschauer innerhalb von wenigen Minuten mit wichtigen Elementen der Geschichte für den Film zu gewinnen und je nach Genre ein paar Kostproben der spannendsten und actionreichsten Momente zu geben. Es folgt Schnitt auf Schnitt und Bild auf Bild, manchmal ohne grossen Zusammenhang. Genau diese Grundeigenschaften des Trailers sind in Stereo sehr schwierig umzusetzen, weil sie absolut konträr zu den zu beachtenden Schnitt- und Tiefenkontinuitätsregeln stehen.

Die Trailer von STREETDANCE 3D und STEP UP 3D scheinen im üblichen 2D-Rhythmus geschnitten und überfordern das visuelle System grundlegend. Ebenso derjenige von LEGEND OF THE GUARDIANS: THE OWLS OF GA'HOOLE (Zack Snyder, USA/AUS 2010), ein Animationsfilm, der im Oktober 2010 in den Deutschschweizer Kinos startet. Die Macher von TOY STORY 3 gehen etwas sanfter um mit dem Zuschauer, was sicherlich auch mit der Hauptzielgruppe – den Kindern – zu tun hat.

Werden Trailer, insbesondere für Erwachsenenfilme, weiterhin so schnell und ohne Rücksicht auf Tiefensprünge geschnitten, könnte dies die Lust des Publikums auf den betreffenden Film verderben. Es muss ein Mittelweg gefunden werden, der das Publikum nicht überfordert und gleichzeitig trotzdem in der zur Verfügung stehenden Zeit alle wichtigen Informationen liefert.

4.9 Konvertierung

Eine Konvertierung (*conversion*) beinhaltet das Umrechnen von einer zweidimensionalen Bildgrundlage in S3D-Filmmaterial. Sie werden laut Coldewey und Wieland (2010) aus drei Gründen durchgeführt: Um ältere Filme in Stereo zu veröffentlichen, um aktuelle, nicht in Stereo geplante Produktionen im letzten Moment noch anzupassen, und um noch zu produzierende Filme zu konvertieren. Mendiburu (2009: 143) fügt dem die Korrektur

von schlechtem Stereomaterial sowie die Umsetzung von grossen VFX-Einstellungen hinzu. Bis Mai 2010 gab es laut Coldewey und Wieland (2010) noch keinen internationalen Standard der Konvertierung. Auch Ilkka Peltola (2010), Produzent bei der finnischen S3D-Firma Stereoscope erzählt, dass zur Zeit alle Konvertierungsanbieter noch ihre eigenen Arbeitsprozesse einsetzen, die oft nur firmenintern bekannt sind.²⁴

Die vielfältigen Konvertierungstechniken lassen sich in zwei grundlegend verschiedene Herangehensweisen aufteilen: Bei einer Variante, die hauptsächlich mit nicht herstellereispezifischer Software umgesetzt wird, bildet das bestehende Filmmaterial einen der Bildkanäle. Der zweite wird basierend auf dem ersten durch detailliertes Nachbauen und Berechnen der Oberflächenstrukturen erstellt (Peltola 2010). Das Resultat ist laut Peltola jedoch von schlechter Qualität. Die zweite Variante, die halbautomatische Hybrid-Methode, wird von den wenigen grossen Konvertierungsanbietern wie In-Three, Legend Films und Stereoscope verwendet (Peltola 2010). Dabei berechnet die firmeninterne Software mit bestimmten Algorithmen zuerst die Tiefeninformationen und erstellt aus dem zweidimensionalen Quellenmaterial sowohl den linken wie auch den rechten Bildkanal neu. Danach wird der gesamte Film Bild für Bild von S3D-Spezialisten durchgearbeitet, die Bildtiefen werden manuell justiert und allenfalls Bildinhalte passend manipuliert (Peltola 2010).

Peltola (2010) betont, dass gerade der hohe menschliche Arbeitseinsatz bei einer Konvertierung mit der Hybrid-Methode die künstlerische Qualität des Films bestimmt und es wichtig sei, diese Handarbeit über die Computertechnik zu stellen. Denn auch bei einer Konvertierung steht die Physiologie des Menschen im Zentrum, kognitive Prozesse können von Computern nicht umgesetzt werden (vgl. Mendiburu 2009: 144). Deshalb wird der gesamte Film vor der Konvertierung analysiert und ein *depth script* erstellt (Peltola 2010).

Die Liste von konvertierten Filmen ist schon relativ lang und wird in den nächsten Monaten vermutlich noch weiter wachsen, nachdem die Filmbranche festgestellt hat, dass sich mit S3D-Filmen viel Geld verdienen lässt. Schon THE POLAR EXPRESS (Robert Zemeckis, USA 2004) wurde in S3D umgewandelt, ebenso MONSTER HOUSE (Gil Kenan, USA 2006) und BEOWULF sowie Teile von SUPERMAN RETURNS (Bryan Singer, USA 2006) und HARRY POTTER AND THE ORDER OF THE PHOENIX (David Yates, UK/USA 2007) für IMAX-Vorführungen (Autodesk White Paper 2008: 4). Die aktuell prominentesten Beispiele für Konvertierungen sind ALICE IN WONDERLAND, CLASH OF THE TITANS und THE LAST AIRBENDER (M. Night Shyamalan, USA 2010).

Nachdem Tim Burton und sein Team zuerst Tests durchführten mit James Camerons und Vince Pace' *Fusion 3-D System*, um ALICE IN WONDERLAND in Stereo zu drehen, stellten sie fest, dass der Film auf Grund der mangelnden Zeit, der vielen Visual Effects und den Grössenveränderungen und -unregelmässigkeiten von Figuren und einzelnen Körperteilen nur über eine Konvertierung umsetzbar ist (Goldman 2010: o.S.; Kaufman 2010: o.S.). Die grosse Konvertierungsfirma In-Three bearbeitete den Prolog und den Epilog, Sony Image-

²⁴ Telefongespräch, August 2010.

works kümmerte sich um die Konvertierung aller gemischten Live-Action- und Visual-Effects-Einstellungen (Bourke 2010: o.S.; Goldman 2010: o.S.).

CLASH OF THE TITANS wurde ursprünglich in 2D gedreht und erst nach den ersten grossen Erfolgen von anderen S3D-Filmen konvertiert (Giardina 2010: o.S.). Das löste sowohl in der Filmbranche als auch bei grossen Teilen des Publikums negative Reaktionen aus. Der prominenteste und lauteste Kritiker ist Jeffrey Katzenberg, CEO der DreamWorks Animation Studios. Er befürchtet, dass solche auf-die-Schnelle-Konvertierungen den gerade aufgebauten und erfolgreichen Markt für S3D-Filme wieder zerstören, weil sich das Publikum mit der schlechten Qualität nicht zufrieden geben wird (Variety 2010: o.S.).

In der Tat ist CLASH OF THE TITANS ein äusserst misslungener Film. Die einzelnen Bildebenen wirken trotz Konvertierung extrem cardboardmässig und die In- und Outscreen-Effekte sind für das Genre relativ unspektakulär. Auch THE LAST AIRBENDER wurde erst in der Postproduktion konvertiert (Fleming 2010: o.S.). Nach dem schlechten Resultat bei CLASH OF THE TITANS schien man hier etwas vorsichtiger vorzugehen, was zwar dazu führte, dass die einzelnen Bildebenen samt Figuren plastisch bleiben, doch der Tiefeneffekt ist so minim, dass man auf die dritte Dimension auch gut hätte verzichten können.

Bei einer unsorgfältigen Konvertierung von zweidimensionalem Material, das ursprünglich auch für eine 2D-Veröffentlichung gedreht wurde, besteht die Gefahr, dass der Film als solcher nicht mehr funktioniert, weil die Bildinhalte der Stereoskopie nicht gerecht werden und die Stereoparameter das visuelle System des Zuschauers zu sehr an seine Grenzen tragen. Sowohl bei CLASH OF THE TITANS wie auch bei THE LAST AIRBENDER ist mir aufgefallen, dass ein Grossteil der Bilder jeweils sehr dunkel war. In beiden Filmen wurde ausserdem die Schärfentiefe in der üblichen Form eingesetzt. Beides zeigt deutlich, dass die zwei Filme nach herkömmlichen Gestaltungsregeln und auch Lichtmassen gedreht wurden.

Momentan bieten immer mehr Firmen die S3D-Konvertierung an. Die Qualitätsunterschiede der Angebote sowie die Kostenspannbreite sind immens (Giardina 2010: o.S.). So kann eine Minute Konvertierung bei der angesehenen Firma In-Three mehr als 100 000.- US-Dollar kosten, während gleichzeitig Konvertierungs-Boxen, die Bildmaterial automatisch umwandeln, für nur 30 000.- US-Dollar auf dem Markt erhältlich sind (Giardina 2010: o.S.). Die wachsende Konkurrenz steigert die Qualität, weil sich die einzelnen Firmen gegeneinander durchsetzen müssen. Peltola (2010) geht davon aus, dass bald auch das Publikum zwischen guten und schlechten Konvertierungen unterscheiden kann und somit den Qualitätsfindungsprozess beeinflusst und beschleunigt.

5. Neue Technik – neue Filmästhetik

Die technischen Parameter bestimmen die visuell erfassbaren Eigenschaften der einzelnen Bildelemente und setzen diese in eine räumliche Beziehung zueinander. Verschiedene Oberflächen und Formen werden für den Zuschauer durch diese Gestaltungselemente wahrnehmbar. Aus dem Zusammenspiel aller Parameter entsteht ein ästhetischer Eindruck, der auf die «sensorische Dimension der Wahrnehmung» des Zuschauers einwirkt (Flückiger 2008: 256).

Eine spezifische Filmästhetik entsteht also aus der gezielten Verwendung verschiedener filmtechnischer Gestaltungsmittel. Ästhetik ist die «Theorie der sinnlichen Wahrnehmung und ihrer Reflexion» (Metzler Lexikon 1998: 2), ein Bedeutungsinhalt, der in Bezug auf den S3D-Film mehr Gewicht hat, kommen doch hier Parameter hinzu, welche die Sinnlichkeit des ästhetischen Filmeindrucks stärker hervorheben und die Wahrnehmungsfähigkeiten des Zuschauers intensiver beanspruchen.

Die bisherigen Ausführungen zu den technischen und gestalterischen Einsatzmöglichkeiten der Filmstereoskopie haben gezeigt, dass eine S3D-Produktion weit mehr ist als nur das Abfilmen der Szenen mit zwei Kameras. Die Anwendung der Stereoskopie auf den Film bietet dem Filmemacher neue Möglichkeiten der Raumerzeugung und -gestaltung sowie eine neue Form der Interaktion mit dem Zuschauer. Gleichzeitig erfordert der Einsatz bestimmter Stereoparameter in Bezug auf deren Zusammenspiel und der Auswirkung auf herkömmliche Mittel der Bildgestaltung und Tiefenerzeugung zusätzlich viel Sorgfalt.

5.1 Die Bildoberfläche des S3D-Films

Alle in S3D gedrehten und von mir visionierten Filme mit Live-Action-Bildern (THE FINAL DESTINATION 4, AVATAR, STREETDANCE 3D, STEP UP 3D) weisen die aus meiner Sicht unvorteilhafte Eigenschaft der Cardboard-Ästhetik auf. Schade daran ist, dass mit der flachen Staffelung der einzelnen Ebenen das eigentliche Potenzial des S3D-Films verloren geht. Es entsteht eine Art dreidimensionale Raumkonstruktion, die aus mehreren übereinandergelegten, zweidimensionalen, im schlimmsten Fall sogar verzerrten Bildern besteht.

Die Unnatürlichkeit des Cardboard-Effekts wird zusätzlich verstärkt durch die digitale Filmverarbeitung von A bis Z. Dies ist natürlich schon bei früheren, digital hergestellten zweidimensionalen Filmen zu beobachten. Analog-Filmbilder sind geprägt durch die willkürliche Unordnung des Filmkorns, das digitale Bild hingegen ist mit einem klar definierten Raster überzogen, auf dem die einzelnen Pixel liegen. Diese strikte Anordnung der Bildpunkte erzeugt den kalten und leblosen Eindruck von digitalen Filmbildern, wie Flückiger (2003: 29) schreibt. Das zusätzliche Wegfallen der Lichtstreuung, ein erschwertes Kontrastverhalten, insbesondere bei Gegenlicht, und die Projektion ohne Bildstandfehler tragen ebenfalls zur klaren, scharf abgebildeten und kühlen Oberfläche des digitalen Bildes bei (Flückiger 2003: 31 ff.).

Während die digitale Oberfläche in den letzten Jahren oft überarbeitet wurde, indem die Ästhetik ganz individuell oder derjenigen von Analog-Filmmaterial angeglichen wurde, scheint man bei den hier besprochenen Live-Action-Filmen auf eine ‹Entdigitalisierung› verzichtet zu haben. Dies unterstützt die Künstlichkeit der ‹Pappkulissen›-Bilder. In AVATAR verstärken die eher in düsterem Grau gehaltenen Live-Action-Bilder und die kühle, digitale Oberfläche den unwirklichen Eindruck. Zusätzlich treffen diese Aufnahmen permanent auf die computergenerierte, bunte und vor allem plastische Welt Pandoras, was die kalte Ästhetik besonders betont. In STREETDANCE 3D sind die Bilder zwar allgemein farbiger gehalten, aber auch hier führt das Zusammenspiel des Cardboard-Effekts, der gestochen scharfen Bilder und im Speziellen der ständigen Lichtreflexe und Backlights zu einer sehr plastifizierten Ästhetik. Das allgemeine Erscheinungsbild von STEP UP 3D ist in all diesen Aspekten etwas weniger extrem als dasjenige von STREETDANCE 3D, tendiert aber in die gleiche Richtung.

Die verschiedenen Möglichkeiten der Kombination von scharf und unscharf abgebildeten Raumebenen, der Schärfenverlagerung und durchgehenden Schärfentiefe sowie deren Konsequenzen für die Zuschauerwahrnehmung habe ich in Kapitel 4.7 erläutert. Zur Zeit lässt sich noch keine einheitliche Tendenz in der Arbeitsweise der Filmemacher ausmachen. Vielleicht wird es diese auch nie geben, denn die beiden Paradigmen ‹Schärfentiefe als normales Gestaltungsmittel wie bisher› und ‹der Zuschauer muss frei im Raum herum-blicken können› werden in der Filmindustrie vehement gegeneinander verteidigt und lassen sich nur schwer vereinen.

Auch wenn ich als Zuschauerin grosse Schärfentiefen grundsätzlich bevorzuge, so bin ich doch auf zwei Filmbeispiele gestossen, die fast durchgehend auf eindrückliche Art mit unterschiedlichen Nuancen der Schärfentiefe spielen. In SHREK FOREVER AFTER ist die Schärfentiefe oft auf einen Bereich ausgeweitet, der alle wichtigen Figuren und Objekte umfasst, damit der Zuschauer hin- und herschauen kann. Gleichzeitig sind unwichtige Hintergründe in einer sehr dezenten Unschärfe gehalten und unterscheiden sich von der extremen *blurriness*, wie sie zum Beispiel in HOW TO TRAIN YOUR DRAGON zu sehen ist. Die einzelnen Schärfenabstufungen in TOY STORY 3 scheinen sich in entsprechenden Szenen am natürlichen Sehen zu orientieren. Je mehr sich die Kamera den Figuren nähert, desto unschärfer wird der Hintergrund. Totalen weisen dabei nur noch eine ganz leichte Hintergrundunschärfe auf und Panoramen sind oft durchgehend scharf. Je stärker der inhaltliche Fokus auf einem bestimmten Punkt liegt, desto intensiver wird der Zuschauerblick über die Schärfenabstufung auf diesen Punkt geleitet. Dieser Ansatz zieht sich zwar nicht konsequent durch den ganzen Film, aber er ist einleuchtend und auch angenehm zu betrachten.

In Bezug auf die allgemeine Ästhetik tritt insbesondere dann ein neues Filmerlebnis auf, wenn mit durchgehender Schärfentiefe gearbeitet wird. Der heutige Konsument von Mainstream-Filmen ist sich sicherlich noch nicht gewohnt, dauerhaft frei im Bild herum-blicken und jedes kleine Detail auch im Hintergrund betrachten zu können. Eventuell muss man dem Zuschauer diese Möglichkeit sogar unbedingt bieten, weil er durch

das langsamere Schnitttempo länger bei einem Bild verweilen muss. Gleichzeitig braucht er aber auch mehr Zeit, um ein Bild überhaupt zu lesen. Vielleicht gleicht sich das längere Verweilen bei einem Bild mit dem längeren Leseprozess aus und dem Zuschauer fällt das langsamere Schnitttempo dadurch gar nicht auf.

Es wäre schade, wenn die Arbeit mit der Schärfentiefe – ein filmspezifisches Gestaltungsmittel – vollständig eliminiert würde. Es muss aber auf jeden Fall ein neuer Umgang damit gefunden werden. Ein Blick zurück in die Geschichte zeigt, dass sich die Arbeit mit der Schärfentiefe ständig verändert hat, abhängig vom zur Verfügung stehenden Filmmaterial, der Lichtausrüstung und den Objektiven, aber auch beeinflusst von verschiedenen Philosophien der Ästhetik. Schon nachdem Kameramann Gregg Toland in *CITIZEN KANE* (Orson Welles, USA 1941) seine berühmten, durchgehend scharfen Einstellungen als besonders realistisch verteidigte, stritt man sich darüber, ob durch diese Gestaltung nicht die Kontrolle über die Führung des Zuschauerblicks verloren gehen würde (Bordwell et al. 1985: 348). Solche Diskussionen wiederholen sich bei technischen Neuerungen, bis sich wieder ein neuer Standard eingependelt hat.

Die Herstellung von computergenerierten Animationsfilmen profitiert von der Manipulationsfähigkeit aller Faktoren, insbesondere in der Arbeit mit virtuellen Kameras (vgl. Kap. 4.5.2). Diese Differenz zwischen Animationsfilmen und Live-Action-Filmen verdeutlicht einen wichtigen Aspekt: Die S3D-Technik erzeugt im Kino nur eine räumliche Illusion. Ob das Ziel dabei die perfekte Imitation der natürlichen Umgebungswahrnehmung oder ein eigenständiges visuelles Erlebnis ist, wird wohl künstlerische Freiheit bleiben.

Am Computer entstandene Filmbilder, die uns fremde Figuren und Welten oder in unserer alltäglichen Umgebung unmöglich stattfindende Dinge präsentieren, entsprechen einem perzeptiven Realismus, wie von Prince (1992) beschrieben (vgl. Kap. 3.3.2). Solche Umgebungen können wir laut Plantinga (2009: 113) als Zuschauer emotional und visuell nur aufnehmen, wenn neben sozialen Alltagsfaktoren auch die Konstellation der Tiefenhinweise aus unserem natürlichen Sehen mit berücksichtigt werden.

Bei computergenerierten Animationsfilmen und -Bildern wie *SHREK FOREVER AFTER*, *HOW TO TRAIN YOUR DRAGON*, *TOY STORY 3* und Teile von *AVATAR* basiert die Raumkonstruktion also weitgehend auf Gegebenheiten, die der Zuschauer aus dem visuellen Alltag kennt. Aber ebenso, wie die Bedienung der virtuellen Kameras frei von allen Problemen der realen Rigs ist, können auch diese Fantasiewelten teilweise nach ihren eigenen Gesetzmässigkeiten aufgebaut werden. Der Zuschauer nimmt diese so an, wie sie ihm präsentiert werden, wenn die virtuellen Welten in sich kohärent sind. Die Regeln des perzeptiven Realismus im Sinne von Prince spielen hier also nur bedingt eine Rolle.

Der menschliche Wahrnehmungsraum entspricht nicht der euklidischen Geometrie (vgl. Kap. 3.2.4), weil wir trotz unserer guten Werkzeuge zur Interpretation von Tiefenhinweisen kein millimetergenaues Abbild unserer Umgebung erstellen können und weil die visuelle Wahrnehmung Gesetzen der Wahrscheinlichkeit und Täuschung unterliegt. Das heisst, das Wahrnehmungsperzept kann durchaus einige geometrische Verzerrungen auf-

weisen, die wir aber nicht als solche erkennen. Diese Tatsache kann der computergenerierte Animationsfilm auf Grund seiner physikalischen Freiheiten besser berücksichtigen als der Live-Action-Film. Der Stereoraum von Live-Action-Aufnahmen basiert dagegen auf Regeln der euklidischen Geometrie. Er präsentiert eine Umgebung, die geometrisch zu perfekt ist, als dass der Zuschauer sie als Abbild seines natürlichen Wahrnehmungsraums annehmen könnte. Diese Diskrepanz kann durchaus dazu führen, dass der Zuschauer S3D-Live-Action-Bilder meistens als künstlich empfindet.

Sicherlich beziehen erfahrene Stereographen den menschlichen Wahrscheinlichkeitsfaktor in ihre Berechnungen mit ein. Doch ich gehe davon aus, dass dies bei den hier analysierten Filmen eher zu wenig oder gar nicht der Fall war, denn der grösste Teil der Bilder in Live-Action-Filmen wirkte auf mich räumlich nicht natürlich. Es ist sogar zu vermuten, dass der Cardboard-Effekt nicht nur auf falsch gewählte Stereoparameter-Grössen allgemein, sondern auf den Konflikt zwischen euklidischem und nicht-euklidischem Wahrnehmungsraum zurückzuführen ist.

Die Ästhetik des zweidimensionalen Films hat sich im Laufe der letzten hundert Jahre ständig verändert, und auch wenn heute noch über den Realitätsgehalt von Filmbildern diskutiert wird, hat sich ein allgemeiner Konsens über das Recht zur eigenen Erscheinung des Films gebildet. Der Zuschauer akzeptiert die gezeigte Welt im Wissen darum, dass sich der Film zwar an die Wahrnehmung des Alltags anlehnt, aber trotzdem als individuelle Gestaltungsfläche dienen kann. Einzig die Glaubwürdigkeit von explosiven Visual Effects aus dem Computer wird heute ab und an noch mit der Wirklichkeit abgeglichen.

Schon seit Beginn der Filmgeschichte wurde an der Filmstereoskopie gearbeitet, oft mit dem Ziel, die Umgebungswahrnehmung so perfekt wie möglich auf den Film zu übertragen. Die neuen S3D-Filme werden nicht explizit als Verwirklichung des über hundert Jahre alten Traums der perfekten Replikation der Umgebungswahrnehmung verkauft, aber ein gewisser Anspruch auf Natürlichkeit wird durchaus gestellt. Noch wichtiger sind vermutlich die Erwartungen des Zuschauers, der mit dem Attribut '3D' Bilder und Bewegungen assoziiert, die seiner natürlichen dreidimensionalen Wahrnehmung der Wirklichkeit sehr nahe kommen.

Die bisherigen Erläuterungen in diesem Kapitel haben jedoch gezeigt, dass sehr viele Aspekte der Bildoberfläche von S3D-Filmen eine enorme Künstlichkeit ausstrahlen: Der Cardboard-Effekt, der Figuren flach und verzerrt wirken lässt; das in seinem kühlen Ausdruck belassene Digitalbild; aus Sicht des visuellen Systems erzwungene Schärfenverlagerungen; unscharfe Bildebenen, die trotz Fokussieren partout nicht scharf werden; und die geometrisch zu perfekte Ausrichtung des Raums auf Grund der angewandten euklidischen Geometrie.

Ob der S3D-Film die Fähigkeiten unserer Umgebungswahrnehmung so exakt wie möglich nachahmen muss, oder ob lediglich die Ausnützung der neu gewonnenen Räumlichkeit mit Blick durch das Scheinfenster Ziel ist, soll hier nicht beurteilt werden. Tatsache ist aber, dass der aktuelle Stand der Technik sowie der Umgang damit im Live-Action-

Film zur Zeit ein sehr künstliches Filmerlebnis erzeugt. Entwickelt sich die Arbeitsweise im gleichen Stil weiter, ist, verglichen mit dem zweidimensionalen Film, mit einer kühlen und dem uns vertrauten Wahrnehmungserlebnis aus der Wirklichkeit fremden Ästhetik der Live-Action-S3D-Filme zu rechnen. Dies könnte die Dauer der Akzeptanz durch das Publikum erhöhen, weil es das neue Filmformat – wie anfangs des 20. Jahrhunderts den zweidimensionalen Film – als neue, durch den Filmemacher individuell gestaltete Kunstform, die ihren eigenen physikalischen Gesetzmässigkeiten folgt, zuerst annehmen muss.

5.2 Auswirkung der physiologischen Grenzen auf die Filmästhetik

In den 1990er Jahren entstand im Rahmen des Mainstreamfilms eine neue Bildästhetik, die Filmwissenschaftler Geoff King (2000) in seinem Buch *Spectacular Narratives. Hollywood in the Age of the Blockbuster* im Zusammenhang mit dem Genre des Actionfilms definiert: die *impact aesthetic*. Eine Übernahme der erfolgreichen Ästhetik der TV-Werbung, Video Games und MTV-Musikvideos führte zu einem schnelleren Schnitttempo und ständigen, explizit in Richtung Kamera ausgeführten Objektbewegungen im Actionfilm (King 2000: 97/101). Heute dominiert die *impact aesthetic* den Mainstream-Actionfilm und beeinflusst auch andere Genres (Plantinga 2009: 137). King (2000: 94) spricht auch von einer *«in your face» experience*, weil der Zuschauer regelrecht attackiert wird von Objekten, die auf ihn zufliegen und aus der Leinwand herauszubrechen drohen.

Bordwell (2006: 117 ff.) erläutert zudem an Filmbeispielen das Auftreten einer *intensified continuity* – filmästhetische Veränderungen, die schon im postklassischen Hollywood ab 1960 ihren Anfang fanden. Laut Bordwell (2006: 119) hat sich entgegen der Annahme vieler Theoretiker nicht das stilistische System des klassischen Hollywoodkinos geändert, sondern die technischen Hilfsmittel innerhalb dieses Systems: Das Schnitttempo hat kontinuierlich zugenommen und beeinflusst heute alle Genres. Diese Steigerung führt zu abrupten Schnitten innerhalb von Kamerabewegungen. Gleichzeitig hält sich die Kamera näher an den Figuren und Objekten auf und Establishing Shots kommen weniger zum Einsatz. Brennweitengrößen variieren von Einstellung zu Einstellung stark und allgemein lässt sich die Tendenz zu häufigerem Einsatz von langen Brennweiten feststellen. Dadurch reduzierte Raumentiefen werden bewusst in Kauf genommen. Die Kamera ist neu ständig in Bewegung (Bordwell 2006: 117 ff.). Diese verstärkte Aufdringlichkeit, wie Plantinga (2009: 138) die aktuelle Ästhetik nennt, provoziert zeitliche und räumliche Regelverstöße. Die allgemeine Beschleunigung der Filmästhetik ist zu einer Art Grundlagenstil des aktuellen Mainstream-Films geworden, der unabhängig vom Genre nicht nur in Actionszenen verwendet wird, sondern über die gesamte Filmdauer hinweg (Plantinga 2009: 138).

Wie sich rückblickend zeigt, kann sich die Anwendung der *impact aesthetic* und der *intensified continuity* auf einen S3D-Film ungünstig auf das Filmerlebnis auswirken. Zu kurze Einstellungen lassen dem visuellen System des Zuschauers keine Zeit, bei jedem Bildwechsel den Raum neu aufzubauen; zu starke Tiefensprünge zwischen den einzelnen Einstel-

lungen überlasten die Vergenzmuskeln und zu schnelle Kamerabewegungen erzeugen Bewegungsunschärfen, die sämtliche Oberflächenstrukturen zum Verschwinden bringen; zu nahe Einstellungen erschweren es dem Zuschauer, ganze Räume in ihrer vollen Tiefe zu erfassen.

Interessant ist, dass der S3D-Film theoretisch die direkte Weiterentwicklung der von King beschriebenen *‘in your face’ experience* ist, die von auf das Publikum zugeschleuderten Objekten lebt. Doch die Zeiten der Effekthascherei scheinen vorbei zu sein. Heute werden Outscreen-Effekte im S3D-Film ganz bewusst nur noch selten eingesetzt, der grösste Teil der Handlung findet auf oder hinter dem Scheinfenster statt. Die S3D-Technik ist hauptsächlich Mittel zum Zweck, nämlich, um eine Geschichte zu erzählen. Die Scheinfensterverletzung zwingt die Filmemacher zwar, Gegenstände eher von vorne nach hinten und umgekehrt durchs Bild zu bewegen, anstatt von einer Seite auf die andere. Aber starke Konvergenzveränderungen, ausgelöst durch eine schnelle Bewegung auf der x-Achse des Stereoraums, können für den Zuschauer sehr unangenehm bis schmerzhaft sein.

Im S3D-Film eingesetzte längere Einstellungen und neue Kadrierungen, reduzierte Schnittfolgen, ruhigere Kamerabewegungen und weniger *‘in your face’*-Effekte führen also zu einer absoluten Kehrtwende in Sachen Mainstream-Ästhetik und Filmsprache des Live-Action-Films. Über die Entwicklung des Schnitttempo möchte ich hier keine konkreten Mutmassungen aufstellen. In den analysierten Live-Action-Filmen jedoch kommen öfters lange und weite Einstellungen zum Einsatz. So wären Tanzeinlagen in *STREETDANCE 3D* und *STEP UP 3D* in einer ausschliesslich zweidimensionalen Version sicherlich in mehr und detailliertere Einstellungen aufgelöst worden. Mit weiten Einstellungen wird dem Zuschauer ein Überblick über die Szenerie angeboten, in der er sich orientieren und die Lage von einzelnen Objekten und Figuren zuordnen kann.

Ob eine allgemeine Beruhigung der Ästhetik in Bezug auf Schnitttempo und Kamerabewegung kontinuierlich eintritt und wie das an schnelle Action gewöhnte Publikum damit umgeht, wird sich besonders in den nächsten Monaten nach der Veröffentlichung von Action-intensiven S3D-Filmen wie *PIRANHA 3D*, *RESIDENT EVIL: AFTERLIVE* (Paul W.S. Anderson, UK/D/USA 2010) und *TRANSFORMERS 3* (Michael Bay, USA 2011) zeigen.

5.3 Fazit

Die Beschäftigung mit S3D-spezifischen technischen Neuerungen sowie deren Auswirkung auf die Bildgestaltung und die Zuschauerwahrnehmung hat gezeigt, dass dadurch zur Zeit insbesondere im Live-Action-Film ästhetische und filmsprachliche Veränderungen auftreten. Die in der Einleitung formulierte Hypothese lässt sich dadurch bestätigen – Ursachen, Problematik und Möglichkeiten wurden erläutert.

Die Aufnahmesituation mit zwei Kameras bringt mit Stereobasis und Kameraangulation zwei neue Grössen ins Spiel, welche die Bildgestaltung und die Wahrnehmung des Zuschauers massgeblich beeinflussen. Diese dienen zur Erzeugung des neuen filmischen Raums und zur Positionierung der Objekte und Figuren darin. Sie lassen sich einerseits mit herkömmlichen technischen und gestalterischen Parametern verbinden, andererseits können sie aber auch S3D-spezifische Effekte hervorrufen, die für das Wohlbefinden des Zuschauers teilweise kontraproduktiv sind.

Der Einsatz von langen Brennweiten führt zum Cardboard-Effekt, zu schnelle Kamerabewegungen zu physiologisch nicht mehr zu verarbeitenden Bewegungsunschärfen. Die Gefahr der Scheinfensterverletzung stellt die Filmemacher vor neue Herausforderungen der Kadrierung und der Aufmerksamkeitslenkung. Das Setzen von Vordergrundelementen allgemein sollte man laut Welter (2010) verglichen mit dem zweidimensionalen Film, bei dem gerne mit der Regel ‹Vordergrund macht Bild gesund› gearbeitet werde, eher verhindern. Solche Elemente wirken oft wie unnütze Bildflecken, die ungewollt vor die Kamerateilnehmer geraten sind. Licht braucht es besonders viel, um Oberflächenstrukturen sichtbar zu modellieren, dunkle Flächen zu vermeiden und um den Lichtverlust bei der Aufnahme und Projektion zu kompensieren. Andererseits können Lichtreflexe zu starken Störungen in der Wahrnehmung von stereoskopischen Bildern führen und helle Gegenlichter wirken dem Stereoeffekt entgegen. Zu grosse Kontraste erzeugen bei der Projektion Ghosting. Leere Bilder sind ungünstig, weil sie dem visuellen System keine Strukturen bieten, an denen es sich orientieren kann. Eine übertrieben grosse Stereobasis lässt die Welt wie ein Miniaturmodell erscheinen, eine zu kleine Stereobasis macht aus einer Mücke einen Elefanten.

Die Liste der Veränderungen und Faktoren, die bei einer S3D-Produktion beachtet werden müssen und können, ist lang und hier sicher nicht vollständig aufgeführt. Während sich darüber streiten lässt, ob der Cardboard-Effekt sinnvoll ist oder ob zur Verhinderung der Scheinfensterverletzung ab sofort nur noch mit Totalen gearbeitet wird, damit nichts angeschnitten wird, muss dem Zuschauer garantiert werden, dass er das Filmerlebnis entspannt geniessen kann, ohne während der Vorstellung bei jedem Outscreen-Effekt Augenmuskelskrämpfe zu riskieren und den Kinosaal mit Kopfschmerzen zu verlassen, weil die Bildschirmparallaxen zu gross waren.

Der Cardboard-Effekt, die digitale Bildoberfläche und die Inkohärenz mit dem natürlichen Wahrnehmungsraum führen zu einer artifiziell wirkenden Filmästhetik. Selten, aber stark eingesetzte Outscreen-Effekte drohen, den Zuschauer an die Dispositivsituation zu erinnern und ihn aus der Filmwelt herauszureissen. Dies verstärkt zusätzlich die Künst-

lichkeit des Filmerlebnisses. Gleichzeitig erfordern die physiologischen Grenzen des Zuschauers eine Verlangsamung der Filmästhetik in Bezug auf das Schnitttempo und Kamerabewegungen sowie weite Einstellungen für eine bessere Orientierung.

Der digitale S3D-Film steht noch am Anfang seiner Entwicklung. Es ist momentan schwierig zu sagen, ob die aktuelle Ästhetik das Resultat von noch ungünstig eingesetzten alten und neuen filmischen Parametern ist, oder ob sich dieser Bildeindruck etablieren wird. Dabei spielt auch das Publikum eine wichtige Rolle: Wird es dieses neue Filmerlebnis annehmen, oder bleibt der S3D-Film wie bisher nur eine kurzweilige Attraktion?

Ebenso wichtig ist die Veränderung in Bezug auf das allgemeine Tempo. Die zeitgenössischen Zuschauer sind sich krachende Actionszenen, bei denen nur die Ausgangslage und das Resultat wirklich erkennbar sind, gewohnt. Werden solche Momente, aber auch alle anderen Filmteile, plötzlich heruntergebrochen auf einen ruhigeren Rhythmus, könnte dies beim Publikum Enttäuschung und sogar Langeweile auslösen. Die nächsten Live-Action-Filme im S3D-Format werden zeigen, ob sie die Zuschauer immer noch in Scharen anlocken können.

Das Betrachten eines S3D-Films ist, abgesehen von den individuellen Voraussetzungen jedes Menschen, auch Übungssache. Das visuelle System einer Person, die regelmässig mit S3D-Material arbeitet, lernt, die beiden Bilder schneller zu verarbeiten und trainiert die Akkommodation/Konvergenz-Trennung (Sieber 2010). Sieber (2010) ist sich deshalb sicher, dass das Tempo wieder erhöht werden kann, nachdem man dem Publikum eine Phase der Gewöhnung gewährleistet hat.

Der computergenerierte Animationsfilm ist von den neuen Gestaltungsregeln und -möglichkeiten ebenso betroffen wie der Live-Action-Film. Der Unterschied liegt jedoch in der Freiheit der Umsetzung, die dem Animationsfilm mehr Glaubwürdigkeit gibt und Nebeneffekte wie den Cardboard-Effekt ausspart. Inwiefern sich das Schnitttempo verändert hat, konnte ich leider nicht überprüfen. Allerdings bezweifle ich, dass zwischen zweidimensionalen und S3D-Animationsfilmen grosse Unterschiede liegen, da diese auf Kinder ausgerichteten Filme allgemein weniger hektisch auftreten als Produktionen für ein älteres Publikum.

Um die Tendenz der negativen Konnotation von stereobedingten Nebeneffekten zu relativieren, betone ich, dass alle oben aufgezählten Faktoren auch für sich genutzt und zu einer ganz eigenen Ästhetik des S3D-Films geformt werden können. Sie dürfen nicht nur als zu verhindernde S3D-Fehler gesehen werden, sondern können auch als zusätzliche, S3D-spezifische Gestaltungsmittel eingesetzt werden. So zum Beispiel der Miniaturisierungs- und Gigantismus-Effekt: Solange die physiologischen Grenzen des Zuschauers nicht überschritten werden, lässt sich mit dieser Wahrnehmungsstörung spielen. Neben der Behebung von Erscheinungen, die dem Zuschauer im schlimmsten Fall Schmerzen zufügen, soll gleichzeitig auch eine kreative Auseinandersetzung mit Einsatzmöglichkeiten von Stereoparametern und deren Einfluss auf eine neue Filmästhetik stattfinden.

6. Schlusswort

Trotz der langen Entwicklungsgeschichte des S3D-Films müssen für die Umsetzung der Filmstereoskopie neue künstlerische Ausdrucksmöglichkeiten gefunden werden. Die veränderten technischen Grundlagen und die physiologischen Grenzen der Zuschauer verlangen nach einer neuen Filmsprache. Die neuen und anders einzusetzenden filmischen Parameter erzeugen spezielle, teilweise auch gewöhnungsbedürftige Bilderscheinerungen, die nicht nur als Defizit der Filmstereoskopie betrachtet werden dürfen, sondern auch als S3D-spezifische Gestaltungsmittel zum Einsatz kommen können. Bei diesem Findungsprozess gilt es, künstlerische Entscheidungen über die von der Technik bestimmten Parameter zu stellen (Ralston 2010).

Regisseur, Kameramann, Ausstatter und Editor sind von den technischen und gestalterischen Veränderungen am stärksten betroffen. Sie werden neu unterstützt vom Stereographen, der als wichtigster Mann am Set die Stereoparameter Stereobasis und Konvergenz kontrolliert und verheerende Fehler wie die Scheinfensterverletzung verhindert – die laut Mendiburu (2009: 80) häufigsten Fehlerquellen bei der Herstellung eines S3D-Films. Wird ein S3D-Projekt von Beginn weg unter dem Aspekt der Filmstereoskopie geplant, können böse Überraschungen und Mehraufwand am Filmset verhindert sowie die Kosten tief gehalten werden (Greutert 2010). Wie wichtig die Berücksichtigung des S3D-Faktors von Anfang bis Schluss einer Produktion ist, beweisen Konvertierungen von zweidimensionalen Filmen, die mit herkömmlicher Filmsprache und Filmtechnik gedreht wurden. Aktuelle Beispiele wie *CLASH OF THE TITANS* und *THE LAST AIRBENDER* haben gezeigt, dass das Resultat der Konvertierung eines nicht in S3D geplanten Films nicht befriedigend ist. *ALICE IN WONDERLAND* hingegen wurde von Tim Burton zwar zweidimensional gedreht, aber er berücksichtigte den S3D-Faktor während des ganzen Entstehungs- und Herstellungsprozesses.

Die zusätzliche Tiefe im filmischen Raum des S3D-Films ermöglicht es, dem Zuschauer neue Blickwinkel zu zeigen und ihn intensiver in das Geschehen miteinzubeziehen. Werden die Stereoparameter gezielt eingesetzt, kann mit der Wahrnehmung des visuellen Systems gespielt werden. In der Umgebungswahrnehmung und beim Betrachten eines zweidimensionalen Films entsteht das Wahrnehmungsperzept – das Umgebungsbild und der filmische Raum – erst im Kopf. Dasselbe gilt auch für den S3D-Film. Die dreidimensionale Raumwahrnehmung ist allerdings nur eine Illusion, die, weil sie mit der stereoskopischen Wahrnehmungsfähigkeit des Menschen spielt, auch schnell zerfallen kann. Damit das visuelle System des Zuschauers den filmischen Raum eines S3D-Films problemlos aufbauen kann, müssen deshalb die physiologisch bedingten Grenzen des menschlichen Wahrnehmungssystems berücksichtigt werden. Der Zuschauer selbst ist dabei der schwierigste Faktor, weil die Reaktionen des visuellen Systems von Mensch zu Mensch sehr individuell sind.

Der Anspruch, im S3D-Film die natürliche visuelle Wahrnehmung nachzuahmen, wird heute nicht mehr so explizit gestellt wie zu Beginn der Filmgeschichte. Vermutlich

auch, weil man sich heute der Schwierigkeit dieser Aufgabe durchaus bewusst ist. Aktuelle Live-Action-Filme sind durch ihre artifiziell wirkende Oberfläche und nach euklidischer Geometrie ausgerichteten filmischen Räume noch weit davon entfernt, unsere Umgebungswahrnehmung wiederzugeben. Werden die Stereoparameter als neue Gestaltungsmittel aufgefasst, ist dieser Anspruch auch nicht gezwungenermassen zu erfüllen. Vom «totalen Film», wie Bazin ihn sich 1946 vorgestellt hatte, ist die Filmindustrie meilenweit entfernt.

Die längerfristige Reaktion des Publikums auf die neue, S3D-spezifische Filmästhetik, die sich ausserdem noch stark verändern kann, wird sich in den nächsten Monaten zeigen. Wahrnehmungspsychologische Untersuchungen in naher Zukunft wären wünschenswert, um die Resultate in die S3D-Filmproduktion einfliessen zu lassen und das Filmerlebnis für den Zuschauer so angenehm wie möglich zu machen. Es besteht durchaus die Möglichkeit, dass sich ein ganz eigenes Filmerlebnis herausbilden wird, das sich auf vereinzelte Kino-Genres ausbreitet und auf ein bestimmtes Zielpublikum ausgerichtet ist. Lipton schrieb schon 1982:

[...] I believe that just as the eye-brain interprets the visual field and makes out of it the visual world, so too the mind will interpret the stereophotographic field as a new version of the visual world. While the stereoscopic world may lack congruence with the usual perception of the visual world, it can have an esthetically satisfying integrity in the context of a motion picture presentation.

(Lipton 1982:224)

Dem S3D-Film sind heute gute Chancen zur Etablierung einzuräumen, doch er muss seinen Platz im Filmmarkt erst finden. Aus den USA sind bereits erste Stimmen zu hören, die den S3D-Boom auf Grund sinkender Zuschauerzahlen beendet sehen (vgl. Garrahan & Knappmann 2010: o.S.). In der Schweiz ist laut Gerber (2010) jedoch noch kein Rückgang festzustellen. SHREK FOREVER AFTER wurde bis am 19. August 2010 von 82% aller Schweizer Zuschauer in S3D gesehen, bei einem Verhältnis von 77 S3D-fähigen und 76 herkömmlichen Kinosälen (Gerber 2010).

Die Zukunft des S3D-Films hängt wesentlich davon ab, wie die Filmemacher selber die neuen Gestaltungsregeln und -möglichkeiten einzusetzen lernen und wie ernst sie die Bedeutung der neuen Filmsprache nehmen. Mit dem S3D-Film kann eine eigene visuelle Sprache entstehen, wenn der S3D-Faktor schon in der Entstehungsphase berücksichtigt wird, das Erzählen einer Geschichte über der technischen Sensation steht und der Mut gefunden wird, S3D-eigene Auswirkungen auf die Raumwahrnehmung zur spezifischen Gestaltung der Bildoberfläche zu nutzen.

7. Anhang

7.1 Filmografie

ALICE IN WONDERLAND

Tim Burton, USA 2010

AVATAR

James Cameron, USA 2009

BEOWULF

Robert Zemeckis, USA 2007

BWANA DEVIL

Arch Oboler, USA 1952

CITIZEN KANE

Orson Welles, USA 1941

CLASH OF THE TITANS

Louis Leterrier, UK/USA 2010

CLOUDY WITH A CHANCE OF MEATBALLS

Phil Lord, Chris Miller, USA 2009

COMIN AT YA!

Ferdinando Baldi, USA 1981

CORALINE

Henry Selick, USA 2008

CREATURE FROM THE BLACK LAGOON

Jack Arnold, USA 1954

DIE KONFERENZ DER TIERE

Reinhard Klooss, Holger Tappe, D 2010

FORT TI

William Castle, USA 1953

FRIDAY THE 13TH – PART III

Steve Miner, USA 1982

HANNAH MONTANA & MILEY CYRUS: BEST OF BOTH WORLDS CONCERT

Bruce Hendricks, USA 2008

HARRY POTTER AND THE ORDER OF THE PHOENIX

David Yates, UK/USA 2007 (teilweise S3D für IMAX)

HOUSE OF WAX

André De Toth, USA 1953

HOW TO TRAIN YOUR DRAGON

Dean DeBlois, Chris Sanders, USA 2010

ICE AGE: DAWN OF THE DINOSAURS

Carlos Saldanha, USA 2009

IT CAME FROM OUTER SPACE

Jack Arnold, USA 1953

JAWS 3-D

Joe Alves, USA 1983

JIM THE PENMAN

Edwin S. Porter & William E. Waddell, USA 1915 (teilweise S3D)

JURASSIC PARK
Steven Spielberg, USA 1993

KISS ME KATE
George Sidney, USA 1953

L'AMI DE MONSIEUR
Louis Lumière, F 1936 (Kurzfilm)

LEGEND OF THE GUARDIANS: THE OWLS OF GA'HOOLE
Zack Snyder, USA/AUS 2010

MAN IN THE DARK
Lew Landers, USA 1953

MEET THE ROBINSONS
Stephen J. Anderson, USA 2007

MELODY
Ward Kimball & Charles A. Nichols, USA 1953

MONSTER HOUSE
Gil Kenan, USA 2006

NIAGARA FALLS
Edwin S. Porter & William E. Waddell, USA 1915 (Kurzfilm)

ONE WAY TRIP 3D
Markus Welter, CH 2011

PIRANHA 3D
Alexandre Aja, USA 2010

PLASTIGRAMS
Jacob F. Leventhal, Frederick E. Ives, USA 1922 (Kurzfilm)

RESIDENT EVIL: AFTERLIFE
Paul W. S. Anderson, UK/D/USA 2010

RIVIERA
Louis Lumière, F 1936 (Kurzfilm)

RURAL AMERICA
Edwin S. Porter & William E. Waddell, USA 1915 (Kurzfilm)

SANGAREE
Edward Ludwig, USA 1953

SECOND CHANCE
Rudolph Maté, USA 1953

SHREK FOREVER AFTER
Mike Mitchell, USA 2010

STEP UP 3D
Jon M. Chu, USA 2010

STREETDANCE 3D
Max Giwa, Dania Pasquini, UK 2010

SUPERMAN RETURNS
Bryan Singer, USA 2006 (teilweise S3D für IMAX)

THE BLACK SWAN
Leonard Reeve, UK 1952

THE BUBBLE
Arch Oboler, USA 1966

THE FINAL DESTINATION 4
David R. Ellis, USA 2009

THE LAST AIRBENDER
M. Night Shyamalan, USA 2010

THE LIONS OF GULU
Ursprünglicher Titelname von BWANA DEVIL (Arch Oboler, USA 1952)

THE POLAR EXPRESS
Robert Zemeckis, USA 2004

THE POWER OF LOVE
Harry K. Fairall, USA 1922

THE STEWARDESSES
Al Silliman Jr., USA 1970

TOY STORY 3
Lee Unkrich, USA 2010

TRANSFORMERS 3
Michael Bay, USA 2011

U2 3D
Catherine Owens, Mark Pellington, USA 2007

UP
Pete Docter, USA 2009

7.2 Bibliografie

- Agotai Schmid, Doris Ellen (2005). *Der filmische Blick auf den Raum. Wirkungsmechanismen der Raumwahrnehmung*. Diss., ETH Zürich.
- Anderson, Joseph D.; Fisher Anderson, Barbara (1978). «The Myth of Persistence of Vision». In: *Journal of the University Film Association* 30,4. S. 3–8.
- Anderson, Joseph D.; Fisher Anderson, Barbara (1980). «Motion Perception in Motion Pictures». In: *The Cinematic Apparatus*. Hg. v. Teresa de Lauretis & Stephen Heath. London: Macmillan. S. 76–95.
- Anderson, Joseph D.; Fisher Anderson, Barbara (1993). «The Myth of Persistence of Vision Revisited». In: *Journal of Film and Video* 45,1. S. 3–12.
- Arnheim, Rudolf (1932). *Film als Kunst*. Mit Vorwort von Rudolf Arnheim zur deutschen Neuauflage. Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch Verlag (1979).
- Autodesk White Paper (2008). «Stereoscopic Filmmaking Whitepaper. The Business and Technology of Stereoscopic Filmmaking». In: Bernard Mendiburu (2009). Bonus-CD.
- Barandun, Angela (2009). «Fabelwesen zahlen die Kinozukunft». In: *Tages Anzeiger* v. 30.12.2009.
- Bauer, Joachim (2002). *Das Gedächtnis des Körpers: Wie Beziehungen und Lebensstile unsere Gene steuern*. München: Piper Verlag (2004).
- Bazin, André (1946). *Was ist Film?* Hg. v. Robert Fischer, aus dem Französischen von Robert Fischer und Anna Düpee. Berlin: Alexander Verlag (2004). S. 43–49.

- Bordwell, David; Staiger, Janet; Thompson, Kristin (1985). *The Classical Hollywood Cinema*. London: Routledge. S. 341–352.
- Bordwell, David (2006). *The Way Hollywood Tells It*. Berkeley (usw.): University of California Press.
- Bourke, Kevin M. (2010). *In-Three Latest 2D-3D Conversion Masterpiece. Alice in Wonderland*. [bourkepr.typepad.com/my_weblog/2010/04/inthree-latest-2d3d-conversion-masterpiece-alice-in-wonderland.html (abgerufen am 19.04.2010)].
- Bundesamt für Kultur, Schweiz (2009). *Filme in der Schweiz - Jahresbilanz 2009 und Perspektiven 2010*. Veröffentl. am 17.12.2009. [http://www.news.admin.ch/message/index.html?lang=de&msg-id=30767 (abgerufen am 18.12.2009)].
- Burt, Peter; Julesz, Bela (1980). «A Disparity Gradient Limit for Binocular Fusion». In: *Science* 208,4444. S. 615–617.
- Chenevier, R. (1935). «Comment M. Louis Lumière réalisa le cinéma en relief». In: *Le Relief au cinéma*. Hg. v. AFRHC, Spezialpublikation (1997). S. 160–163.
- Cohen, David S.; Peter Debruge (2009). «3D Traffic Jam Snarls the Studios. Henry Selick Kicks Off 3D Summit». In: *Variety*, veröffentl. am 16.09.2009. [http://www.variety.com/article/VR1118008709.html?categoryid=1061&cs=1 (abgerufen am 31.07.2010)].
- Cowan, Matt (2007). *RealD 3D System*. Präsentation an der SMPTE 2007, Brooklyn. [http://www.reald.com/Content/pages.aspx?pageID=68 (abgerufen am 31.05.2010)].
- Criado-Sors Cortés, Enrique (2008). «Understanding the Ins and Outs of 3-D Stereoscopic Cinema». In: *SMPTE Motion Imaging Journal*, H. 4. S. 61–65.
- Cutting, James E.; Vishton, Peter M. (1995). «Perceiving Layout and Knowing Distances. The Integration, Relative Potency, and Contextual Use of Different Information about Depth». In: *Perception of Space and Motion*. Hg. v. William Epstein & Sheena Rogers. San Diego (usw.): Academic Press. S. 69–117.
- Cutting, James E. (1997). «How the Eye measures Reality and Virtual Reality». In: *Behavior, Research Methods, Instruments, & Computers* 29,1. S. 27–36.
- Cutting, James E. (2003). «Reconceiving Perceptual Space». In: *Looking into Pictures. An Interdisciplinary Approach to Pictorial Space*. Hg. v. Heiko Hecht, Robert Schwartz & Margaret Atherton. Cambridge (usw.): The MIT Press. S. 215–238.
- Cutting, James E. (2005). «Perceiving Scenes in Film and in the World». In: *Moving Image Theory. Ecological Considerations*. Hg. v. Joseph D. Anderson & Barbara Fisher Anderson. Carbondale: Southern Illinois University Press. S. 9–27.
- Cutting, James E. (2007). «Framing the Rules of Perception. Hochberg Versus Galileo, Gestalts, Garner, and Gibson». In: Mary A. Peterson, Barbara Gillam & H. A. Sedgwick (2007). S. 495–503.
- Dashwood, Tim (2010). «Shooting Stereoscopic 3D – A Beginners Guide». In: *SuperMag*, H.4. S. 188–197.
- DeJohn, Matt; Drees, Will; Seigle, David; Susinno, Jim (2007). *Stereoscopic Geometry of 3D Presentations*. In-Three White Paper. [http://www.in-three.com/technical.html (abgerufen am 04.06.2010)].
- Duncan, Jody (2010). «The Seduction of Reality». In: *Cinefex* 120,1. S. 69–146.

- Enders, Roland (1995). *Die Optik des Auges und der Sehhilfen*. Hg. v. Zentralverband der Augenoptiker, Düsseldorf. Hamburg: Optische Fachveröffentlichung.
- Fleming, Mike (2010). «Paramount and M. Night Shyamalan Make *«Airbender»* into 3D Conversion». In: *Deadline New York*, veröffentl. am 22.04.2010. [<http://www.deadline.com/2010/04/airbender-goes-3d> (abgerufen am 11.08.2010)].
- Flückiger, Barbara (2001). *Sound Design. Die virtuelle Klangwelt des Films*. Marburg: Schüren Verlag.
- Flückiger, Barbara (2003). «Das digitale Kino. Eine Momentaufnahme». In: *Montage AV* 12,1. S. 28-54.
- Flückiger, Barbara (2008). *Visual Effects. Filmbilder aus dem Computer*. Marburg: Schüren Verlag.
- Fordham, Joe (2009). «A Handmade World». In: *Cinefex* 117,2. S. 40-61.
- Fox, Robert (1991). «Binocular Rivalry». In: *Vision and Visual Dysfunction. Volume 9. Binocular Vision*. Hg. v. David Regan. Houndmills (usw.): The Macmillan Press. S. 93-110.
- Gardner, Brian (2009). «Evolution of the Floating Window, and the Invention of Depth Script». In: Bernard Mendiburu (2009). Bonus-CD.
- Garrahan, Matthew; Knappmann, Lutz (2010). «Hollywood riskiert 3-D-Erfolg». In: *Financial Times Deutschland Online*, veröffentl. am 17.08.2010. [<http://www.ftd.de/it-medien/medien-internet/:kinobranche-hollywood-riskiert-3-d-erfolg/50157698.html> (abgerufen am 04.09.2010)].
- Gasteiner, Albrecht (2010). Interview, *Box Office* vom 27.05.2010, Schweizer Fernsehen. [<http://www.videoportal.sf.tv/video?id=54a45fab-f3de-4134-b4af-17c868950e7b> (abgerufen am 30.05.2010)].
- Giardina, Carolyn (2010). «Debate Waging over 2D-to-3D Conversion». In: *The Hollywood Reporter Online*, veröffentl. am 04.04.2010. [http://www.hollywoodreporter.com/hr/content_display/technology/news/e3ib6c66237fa7a658dc74bc85f7f81d858 (abgerufen am 08.08.2010)].
- Gibson, James J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Goldman, Michael (2010). «Down the Rabbit Hole». In: *The American Cinematographer* 91,4. S. 32-47. [www.theasc.com/ac_magazine/April2010/AliceinWonderland/page1.php# (abgerufen am 19.04.2010)].
- Gosser, H. Mark (1977). *Selected Attempts at Stereoscopic Moving Pictures and their Relationship to the Development of Motion Picture Technology. 1852-1903*. New York: Arno Press.
- Gregory, Richard L. (1998). *Eye and Brain. The Psychology of Seeing*. Oxford: Oxford University Press.
- Gröner, Christoph (2010). «3D-Welle stösst auf Engpässe. «Unbefriedigende Situation»». In: *Blickpunkt Film* 35,10. S. 10-11.
- Guski, Rainer (1996). *Wahrnehmen. Ein Lehrbuch*. Stuttgart (usw.): Verlag W. Kohlhammer.
- Hayes, R. M. (1989). *3-D movies. A History and Filmography of Stereoscopic Cinema*. Jefferson, North Carolina: McFarland.
- Hochberg, Julian; Brooks, Virginia (1978). «Film Cutting and Visual Momentum». In: Mary

- A. Peterson, Barbara Gillam & H.A. Sedgwick (2007). S. 206–228.
- Hochberg, Julian (1996). «Movies in the Mind's Eye». In: Mary A. Peterson, Barbara Gillam & H.A. Sedgwick (2007). S. 376–395.
- Hoffman, David M.; Girshick, Ahna R.; Akeley, Kurt; Banks, Martin S. (2008). «Vergence-Accommodation Conflicts Hinder Visual Performance and Cause Visual Fatigue». In: *Journal of Vision* 8,3. S.1–30.
- Holben, Jay (2010). «Conquering New Worlds». In: *American Cinematographer* 91,1. S. 32–46. [http://www.theasc.com/ac_magazine/January2010/Avatar/page1.php (abgerufen am 15.01.2010)].
- Horton, Mark (2008). *Why Stereoscopic 3D may be the Key Business Opportunity for Broadcast and Post*. White Paper Quantel. [<http://visionaryforces.com/whitepapers.html> (abgerufen am 20.07.2010)].
- Immich, Georg (2010). «Verhaltener Start für analoges 3D. Nur 15 Leinwände». In: *Blickpunkt Film* 35,28. S. 8.
- Janssen, Jan-Keno (2008). «3D 2.0. Neuer Anlauf für Stereoskopie im Kino». In: *c't-magazin*, H. 16. [<http://www.heise.de/ct/artikel/3D-2-0-291654.html> (abgerufen am 11.12.2009)].
- Jockenhövel, Jesko; Reber, Ursula; Wegener, Claudia (2009). «Digitaler Roll-out: Kinobranche im Umbruch». In: *Media Perspektiven*, H. 9. S. 494–503.
- Johnson, Lincoln F. (1974). *Film. Space, Time, Light, and Sound*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Jurran, Nico (2010). «Wolkig mit Aussicht auf 3D». In: *Heise Online*, veröffentl. am 28.03.2010. [<http://www.heise.de/newsticker/meldung/Wolkig-mit-Aussicht-auf-3D-965581.html> (abgerufen am 02.09.2010)].
- Kappelhoff, Hermann (2005). «Der Bildraum des Kinos. Modulationen einer ästhetischen Erfahrungsform». In: *Umwindungen. Architektonische und kinematographische Räume*. Hg. v. Gertrud Koch. Berlin: Vorwerk 8. S. 138–149.
- Kaufman, Debra (2010). «Sony Imageworks. Down the Rabbit Hole with «Alice in Wonderland»». In: *Studio Daily Blogs*, veröffentl. am 18.03.2010. [<http://www.studiodaily.com/blog/?p=2811> (abgerufen am 19.04.2010)].
- Kebeck, Günther (2006). *Bild und Betrachter. Auf der Suche nach Eindeutigkeit*. Regensburg: Verlag Schnell & Steiner.
- Khouloki, Rayd (2009). *Der filmische Raum. Konstruktion, Wahrnehmung, Bedeutung*. Berlin: Bertz & Fischer GbR.
- King, Geoff (2000). *Spectacular Narratives. Hollywood in the Age of the Blockbuster*. London (usw.): I.B. Tauris Publishers.
- Klews, Nadja (2009). *Stereoskopie im Animationsfilm. «Der Raum ist der Raum des Räumlichen, in dem alle Räumlichkeit Wirklichkeit wird»*. Diplomarbeit der Hochschule für Film und Fernsehen Konrad Wolf, Potsdam.
- Kodak InCamera (Autor unbekannt) (2010). *Piranha 3-D. 3-D Production Uses 35mm Anamorphic*. [http://motion.kodak.com/US/en/motion/Publications/In_Camera/Focus_on_Film/piranha3D.htm (abgerufen am 15.07.2010)].

- Köhl, Hans; Roth, Günter (1995). *Augenoptik. Ein Schulbuch und Leitfaden*. Hg. v. Zentralverband der Augenoptiker, Düsseldorf. Hamburg: Optische Fachveröffentlichung.
- Kooi, Frank L.; Toet, Alexander (2004). «Visual Comfort of Binocular and 3D Displays». In: *Displays* 25,8. S.99-108.
- Lambooi, Marc; Ijsselsteijn, Wijnand; Heynderickx, Ingrid (2007). «Stereoscopic Displays and Visual Comfort. A Review». In: *SPIE Newsroom*. [<http://spie.org/x14604.xml?ArticleID=x14604> (abgerufen am 30.05.2010)].
- Lawler, Ryan (2010). «Will ReaD's IPO be a Blockbuster or a Flop?» In: *Gigaom*, veröffentlicht am 13.07.2010. [<http://newteevee.com/2010/07/13/will-realds-ipo-be-a-blockbuster-or-a-flop> (abgerufen am 18.08.2010)].
- Lipton, Lenny (1982). *Foundations of the Stereoscopic Cinema. A Study in Depth*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Lipton, Lenny (2007). «The Last Great Innovation. The Stereoscopic Cinema». In: *SMPTE Motion Imaging Journal*, H. 8. S. 518-523.
- Livingstone, Margaret (2002). *Vision and Art. The Biology of Seeing*. New York: Harry N. Abrams.
- Maier, Florian (2008a). «Teil 1: 3D-Grundlagen». In: *Professional Production* 22,5. S. 14-18.
- Maier, Florian (2008b). «Technologien für das 3D-Kino». In: *Professional Production* 22,6. S. 14-20.
- Maier, Florian (2008c). «3D-Aufnahme-Technologien». In: *Professional Production* 22,8. S. 26-29.
- Mallot, Hanspeter A. (1998). *Sehen und die Verarbeitung visueller Information. Eine Einführung*. Braunschweig (usw.): Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft.
- Marks, Gerold (2009). «Probleme im 3D-Kino. Stereo-Untertitel». In: *Digitaleleinwand*, veröffentlicht am 15.05.2009. [<http://www.digitaleleinwand.de/2009/06/15/probleme-im-3d-kino-stereo-untertitel> (abgerufen am 19.04.2010)].
- Mast, Gerald; Kawin, Bruce F. (2006). *A Short History of the Movies*. 9. Edition. New York: Pearson/Longman. S. 331-340.
- Mausfeld, Rainer (2006). «Wahrnehmungspsychologie: Geschichte und Ansätze». In: *Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition*. Hg. v. Joachim Funke & Peter A. Frensch. Göttingen: Hogrefe. S. 97-107.
- Mendiburu, Bernard (2009). *3D Movie Making. Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen*. Oxford: Focal Press.
- Menozi, Marino (2000). «Visual Ergonomics of Head-Mounted Displays». In: *Japanese Psychological Research* 42,4. S. 213-221.
- Metzler Lexikon. Literatur- und Kulturtheorie. Ansätze. Personen. Grundbegriffe* (1998). Hg. v. Ansgar Nünning. Stuttgart (usw.): Metzler.
- Monaco, James (2000). *Film verstehen. Kunst, Technik, Sprache, Geschichte und Theorie des Films und der neuen Medien*. 9. Auflage. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Morrison, Chester (1953). «3-D. High, Wide, and Handsome». In: *The Movies in our Midst. Documents in the Cultural History of Film in America*. Hg. v. Gerald Mast. Chicago (usw.): The University of Chicago Press (1982). S. 647-655.

- Mostosi, Heinz (2009). «Das digitale Kino ermöglicht neue Medienerlebnisse». In: *Bulletin SEV/VSE*, H. 2. S. 53-54. [http://www.electrosuisse.ch/g3.cms/s_page/65930/s_name/reportagen (abgerufen am 17.05.2010)].
- MPAA, Motion Picture Association of America (2009). *Theatrical Market Statistics 2009*. [<http://www.mpa.org/policy/industry> (abgerufen am 23.05.2010)].
- Müller, Dirk (2005). *Subpixel-Filterung für eine autostereoskopische Multiperspektiven-3-D-Darstellung hoher Qualität*. Diss. der Universität Kassel. S. 1-76.
- Münsterberg, Hugo (1916). *Das Lichtspiel. Eine psychologische Studie (1916) und andere Schriften zum Kino*. Hg. v. Jörg Schweinitz (1996). Wien: Synema.
- Neubauer, Ruodlieb (2010). «Auf den 3D-Zug springen». In: *Professional Production*, 24,5. S. 17-19.
- Panasonic Kameradokumentation AG-3DA1, Version 0.11 (2010). Aktuell online nicht mehr zugänglich.
- Pauwels, Benjamin (2008). *Kino, Mensch, Kybernetik. Über das komplexe Wirkungsgefüge des Lichtspiels*. Giessen: VVB Lauferweiler Verlag.
- Peterson, Mary A.; Gillam, Barbara; Sedgwick, H.A. (2007). *In the Mind's Eye. Julian Hochberg on the Perception of Pictures, Films, and the World*. Oxford: Oxford University Press.
- Plantinga, Carl (2009). *Moving Viewers. American Film and the Spectator's Experience*. Berkeley (usw.): University of California Press.
- Prince, Stephen (1996). «True Lies. Perceptual Realism, Digital Images, and Film Theory». In: *Film Quarterly* 49,3. S. 27-37.
- Rehkämper, Klaus (2007). «Raum in Bildern und Wahrnehmung». In: *Möglichkeitsräume. Zur Performativität von sensorischer Wahrnehmung*. Hg. v. Christina Lechtermann, Kirsten Wagner & Horst Wenzel. Berlin: Erich Schmidt Verlag. S. 107-121.
- Rialto Film, Presseheft (2010). *STREETDANCE 3D*. Deutsche Version. Mit freundlicher Zurverfügungstellung der Rialto Film AG.
- Rock, Irvin (1984). *Perception*. New York: Scientific American Books.
- Roth, Gerhard (2003). *Aus Sicht des Gehirns*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Rotter, Sarah (2010). «Alles bleibt anders». In: *Professional Production* 24,6. S. 18-21.
- Sammons, Eddie (1992). *The World of 3-D Movies*. New York: Delphi Publication.
- Sasaki, Gary (2009). *Digital 3D. From Theater to Home. Why Now & How it Works*. Präsentation Digdia. [<http://www.slideshare.net/NVIDIA/1007-gtc09> (abgerufen am 13.08.2010)].
- Scheu, Nina (2010). «Pimp My Talent». In: *Züritipp Online*, veröffentl. am 04.06.2010. [<http://www.zueritipp.ch/story/kino/pimp-my-talent> (abgerufen am 09.06.2010)].
- Schlaefli, Samuel (2010.) «Ein Algorithmus für mehr 3D-Sehgenuss». In: *ETH Life*, veröffentl. am 26.07.2010. [http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/100726_Disney_Paper_Smollic_sch/index (abgerufen am 27.07.2010)].
- Schmidt, Wolfgang (2009). *Post-Production Workflow for Stereo Productions*. [<http://www.prim3d.de/en/lectures-and-publications/lectures.html> (abgerufen am 02.07.2010)].
- Schönfeld, Jochen (2001). *Die Stereoskopie. Zu ihrer Geschichte und ihrem medialen Kontext*.

- Magisterarbeit der Universität Tübingen. [http://www.gestaltung.hs-mannheim.de/designwiki/files/3195/schoenfeld_stereoskopie.pdf] (abgerufen am 21.04.2010)].
- Schönhammer, Rainer (2009). *Einführung in die Wahrnehmungspsychologie. Sinne, Körper, Bewegung*. Wien: Facultas Verlags- und Buchhandel.
- Schweinitz, Jörg (2006). «Totale Immersion und die Utopien von der virtuellen Realität. Ein Mediengründungsmythos zwischen Kino und Computerspiel». In: *Das Spiel mit dem Medium. Partizipation, Immersion, Interaktion. Zur Teilhabe an den Medien von Kunst bis Computerspiel*. Hg. v. Bitta Neitzel & Rolf Nohr. Marburg: Schüren Verlag. S. 136–153.
- Schweizer Fernsehen, Einstein (2010). *3D-Filme: Bald schon daheim am Fernseher?* Sendung vom 29.04.2010. [<http://www.videoportal.sf.tv/video?id=5c8c278a-7d92-43b5-9978-c6b4d438706f>] (abgerufen am 30.04.2010)].
- Smid, Tereza (2006). «Jenseits der Aufmerksamkeitslenkung. Narrative und ästhetische Wirkungsmöglichkeiten der Schärfenverlagerung». In: *Bildtheorie und Film*. Hg. v. Thomas Koebner & Thomas Meder. München: Edition Text & Kritik. S. 282–296.
- Smolic, Aljoscha; Lang, Manuel; Hornung, Alexander; Wang, Oliver; Poulakos, Steven; Gross, Markus (2010). «Nonlinear Disparity Mapping for Stereoscopic 3D». In: *ACM Transactions on Graphics* 29,3. [graphics.ethz.ch/publications/papers/paperLang10.php] (abgerufen am 23.06.2010)].
- Swissinfo (Autor unbekannt) (2010). «Avatar» bricht <Titanic>-Rekord nun auch in den USA. Veröffentl. am 04.02.2010. [http://www.swissinfo.ch/ger/news/newsticker/international/Avatar_bricht_Titanic-Rekord_nun_auch_in_den_USA.html?cid=8231692] (abgerufen am 20.02.2010)].
- Tan, Ed S. (2007). «On the Cognitive Ecology of the Cinema». In: Mary A. Peterson, Barbara Gillam & H.A. Sedgwick (2007). S. 562–571.
- The Foundry Case Study (Autor unbekannt) (2010). *Nuke and Ocula Deliver Stellar Performances on Avatar*. [http://www.i3dpost.eu/dyn/1268068255879/CaseStudy_Avatar.pdf] (abgerufen am 25.05.2010)].
- Tunze, Wolfgang (2008). «Der zweite Anlauf in die dritte Dimension». In: FAZ.NET, veröffentl. am 30.07.2008. [<http://www.faz.net/s/Rub-58F0CED852D8491CB25EDD10B71DB86F/Doc~E851D0D7D7A4D43FBA9BB0246FD3FF02F~ATpl~Ecommon~Scontent.html>] (abgerufen am 1.12.2009)].
- Twentieth Century Fox Film Corporation, Presseheft (2009). AVATAR. Englische Version. Mit freundlicher Zurverfügungstellung der Twentieth Century Fox Film Corporation Schweiz.
- Universal Pictures International Germany, Presseheft (2009). CORALINE. Deutsche Version. Mit freundlicher Zurverfügungstellung von Universal Pictures International (Schweiz).
- Variety (Autor unbekannt) (2010). «Katzenberg. Biz at 3D Crossroads». In: *Variety Online*, veröffentl. am 09.04.2010. [<http://www.variety.com/article/VR1118017453.html?categoryid=13&cs=1>] (abgerufen am 19.04.2010)].
- Walt Disney Pictures, Presseheft (2010). TOY STORY 3. Englische Version. Mit freundlicher Zurverfügungstellung von The Walt Disney Studios Schweiz.
- Wimmer, Peter (2004). *Aufnahme und Wiedergabe stereoskopischer Videos im Anwendungsbereich der Telekooperation*. Diplomarbeit der Johannes Kepler Universität Linz.

Zone, Ray (2005). *3D-filmmakers. Conversations with Creators of Stereoscopic Motion Pictures*. Maryland (usw.): The Scarecrow Press.

Zone, Ray (2007). *Stereoscopic Cinema and the Origins of 3D Film. 1838-1952*. Lexington: The University Press of Kentucky.

7.3 Weblinks

Cinecittà, Nürnberg: <http://www.cinecitta.de/imax/imax-technik> (abgerufen am 05.06.2010).

Digital Cinema Initiative DCI, Gründung: <http://www.dcimovies.com> (abgerufen am 13.02.2010).

Digital Cinema Initiative DCI, S3D-Spezifikation: <http://www.dcimovies.com/specification/index.html> (abgerufen am 03.02.2010).

Disney Digital-3D: http://en.wikipedia.org/wiki/Disney_Digital_3-D (abgerufen am 25.06.2010).

IMAX: <http://www.imax.com/corporate/profile/historyMilestones> (abgerufen am 05.06.2010).

Light Illusion: <http://www.lightillusion.com/stereoscopic3d-floatingwindow.htm> (abgerufen am 14.08.2010).

List of 3-D films: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_3-D_films (abgerufen am 20.01.2010).

Monsters and Critics FilmStills, STREETDANCE 3D: http://www.monstersandcritics.com/movies/archive/moviearchive.php/StreetDance_3D/18380/pictures (abgerufen am 20.08.2010)].

Music Mashup Trailer, STEP UP 3D: http://www.blinkx.com/watch-video/step-up-3d-music-mashup-trailer-full-hd/cTM_iuvzvajZnpV9mpQpgA (abgerufen am 01.09.2010).

P+S Technik, Abbildungen (2010). [<http://www.pstechnik.de/en/3d-basics.php> (abgerufen am 02.03.2010)].

Panasonic, 3D-TV: <http://www.panasonic.ch/de/Neuheiten/3D+NeoPDP+2010/index.html> (abgerufen am 30.07.2010).

Panasonic, Twin-Lens Camera: <http://pro-av.panasonic.net/en/3d/ag-3da1/index.html> (abgerufen am 23.08.2010).

Philips, 3D-TV: http://www.newscenter.philips.com/de_de/standard/about/news/press/consumer_electronics/20100310_Full_HD_3D-Erlebnis.wpd (abgerufen am 03.07.2010).

RealD, Ghostbusting: <http://www.reald.com/3deqinstructions> (abgerufen am 01.09.2010).

Samsung, 3D-TV: <http://www.samsung.com/ch/microsite/3dtv/index.html> (abgerufen am 03.07.2010).

Shutterbrillen: http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_crystal_shutter_glasses (abgerufen am 03.03.2010).

Technicolor: <http://www.tc3d.eu> (abgerufen am 10.08.2010).

The Illustrated 3D Movie List: <http://www.3dmovielist.com/list.html> (abgerufen am 20.01.2010).

Walt Disney Pictures: <http://digitalcinema.disney.com/dc3dFloatWinMov.aspx> (abgerufen am 14.08.2010).

7.4 Interviews und Messe-Präsentationen¹

Coldewey, Michael; Wieland, Georg: Präsentation *Converting Film into the 3rd Dimension* an der FMX Stuttgart (05.05.2010). Coldewey ist Managing Director, Wieland VFX Producer des Postproduktionshauses Trixter Film, München.

Gerber, René: Interview vom 19.08.2010. Geschäftsleiter ProCinema, Schweizerischer Verband für Kino und Filmverleih.

Greutert, Valentin: Interview vom 09.06.2010. Produzent und Geschäftsführer von Hesse-Greutert Film, Zürich, produziert den ersten Schweizer S3D-Film ONE WAY TRIP 3D.

Kluger, Josef: Präsentation *Grammar of the 3D Film Language* an der FMX Stuttgart (04.05.2010) & am Media Future Day 2010 des Television Production Centers Zürich (20.05.2010). Geschäftsführer der KUK Filmproduktion, München.

Koller, Roger: Interview vom 02.07.2010. Head of Postproduction des Postproduktionshauses On Line Video 46, Zürich und Leiter Postproduktion bei ONE WAY TRIP 3D.

Lamotte, Jean-Marc: E-Mail-Austausch, August 2010. Verantwortlicher des Lumière-Erbes am Lumière-Institut, Lyon.

Luostarinen, Tomi: Präsentation *Demystifying 2D to 3D Conversions* an der FMX Stuttgart (05.05.2010). Managing Director der S3D-Produktionsfirma Stereoscape, Helsinki.

Maier, Florian: Schriftliches Interview vom 25.08.2010. Deutscher Stereograph und Inhaber der Firma Stereotec, München.

Mendiburu, Bernard: E-Mail-Austausch, August 2010. S3D-Spezialist und Autor des Buchs *3D Movie Making. Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen* (2009).

Menozzi, Marino: Telefongespräche vom 09. & 23.06.2010. Professor im Bereich des Innovations- und Technologiemanagements, ETH Zürich.

Otto, Simon: Präsentation *3D und die Auswirkungen auf die Animationsfilme* am Media Future Day 2010 des Television Production Centers Zürich (20.05.2010). Chef der Figurenanimation bei den DreamWorks Studios in Los Angeles, verantwortlich in dieser Position für HOW TO TRAIN YOUR DRAGON.

Peltola, Ilkka: Telefongespräch vom 27.08.2010. Produzent der S3D-Produktionsfirma Stereoscape, Helsinki.

Ralston, Ken: Präsentation *Alice in Stereoland* an der FMX Stuttgart (04.05.2010). Visual Effects Supervisor bei Sony Pictures Imageworks, Verantwortlicher Visual Effects in ALICE IN WONDERLAND.

Sieber, Nick: Interview vom 24.06.2010. Senior Editor und Verantwortlicher Postproduktion, 3D Lab, Television Production Center Zürich.

Welter, Markus: Interview vom 12.08.2010. Regisseur des ersten Schweizer S3D-Spielfilms ONE WAY TRIP 3D.

¹ Informationen zu Präsentationen an der FMX Stuttgart 2010 wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Prof. Dr. Barbara Flückiger.

7.5 Abbildungsverzeichnis

Abbildungen Kapitel 2:

- 2.1 Maier (2008b: 15).
- 2.2 Maier (2008b: 16).
- 2.3 Maier (2008b: 16).
- 2.4 Maier (2008b: 17).
- 2.5 Mendiburu (2009: 174).

Abbildungen Kapitel 3:

- 3.1 Enders (1995: 48).
- 3.2 Enders (1995: 49).

Abbildungen Kapitel 4:

- 4.1 Mendiburu (2009: 82).
- 4.2 Internetseite P+S Technik.
- 4.3 DVD AVATAR (Twentieth Century Fox Home Entertainment, 2010).
- 4.4 Panasonic Kameradokumentation AG-3DA1 (2010: 4).
- 4.5 Panasonic Kameradokumentation AG-3DA1 (2010: 6).
- 4.6 Panasonic Kameradokumentation AG-3DA1 (2010: 4).
- 4.7 Panasonic Kameradokumentation AG-3DA1 (2010: 6).
- 4.8 Panasonic Kameradokumentation AG-3DA1 (2010: 4).
- 4.9 Panasonic Kameradokumentation AG-3DA1 (2010: 7).
- 4.10 DVD THE FINAL DESTINATION 4 (Warner Home Video Germany, 2009).
- 4.11 Criado-Sors Cortés (2008: 63).
- 4.12 Internetseite P+S Technik.
- 4.13 Internetseite P+S Technik.
- 4.14 DVD ALICE IN WONDERLAND (Walt Disney Home Entertainment, 2010).
- 4.15 DVD AVATAR (Twentieth Century Fox Home Entertainment, 2010).
- 4.16 Music Mashup Trailer, STEP UP 3D.
- 4.17 Sasaki (2009: 21).
- 4.18 Music Mashup Trailer, STEP UP 3D.
- 4.19 Monsters and Critics FilmStills, STREETDANCE 3D.
- 4.20 DVD AVATAR (Twentieth Century Fox Home Entertainment, 2010).
- 4.21 DVD AVATAR (Twentieth Century Fox Home Entertainment, 2010).
- 4.22 DVD AVATAR (Twentieth Century Fox Home Entertainment, 2010).
- 4.23 DVD AVATAR (Twentieth Century Fox Home Entertainment, 2010).

Kurz-Lebenslauf

Erstellt am 6. September 2010 (letzte Änderung: 8. März 2011)

Maja Sánchez Ruiz
maja.sanchez@hispeed.ch

Geburtsjahr 1984
Nationalität Schweizerin
Zivilstand verheiratet

Ausbildung

2007 – 2011 Master of Arts in Filmwissenschaft (Netzwerk Cinema CH),
Universität Zürich
2005 Zwischensemester an der Universidad de La Habana, Kuba
2003 – 2007 Studium der Ethnologie (Hauptfach),
Filmwissenschaft & Völkerrecht (Nebenfächer), Universität Zürich
2002 – 2003 Dreimonatiger Sprachaufenthalt in Australien
1998 – 2002 Kantonsschule am Burggraben St.Gallen, Schwerpunkt Musik
1996 – 1998 Sekundarschule, Neukirch-Egnach TG
1990 – 1996 Primarschule, Egnach TG

Berufliche Tätigkeiten

2008 – heute Produktionsassistentz/Herstellungsleitung, HesseGreutert Film AG, Zürich
2007 – 2008 Versch.Assistenz-Arbeiten, HesseGreutert Film AG, Zürich
2007 Praktikum als Produktionsassistentin, HesseGreutert Film AG, Zürich
2003 – 2006 Mitarbeiterin Cinedome AG, St.Gallen und Kino Pathé AG, Dietlikon