

# Über die Entstehung der Visuellen Effekte in dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“

Diplomarbeit  
im Fachbereich Technik  
Studiengang Medientechnik

An der Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven  
-Standort Emden-

vorgelegt von  
Claudia Glade  
Matrikel-Nummer: 4202100  
Februar 2007

Erstprüfer: Prof. Dr. Ingo Schebesta  
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Jörg Strick

## Erklärungen

### Rechtliche Belange

Die Diplomarbeit entstand in Zusammenarbeit mit Fritz Stoiber Productions, außerhalb der Fachhochschule Oldenburg / Ostfriesland / Wilhelmshaven.

Die Diplomarbeit enthält vertrauliche, kommerziell nutzbare Informationen, deren Rechte außerhalb der Fachhochschule Oldenburg / Ostfriesland / Wilhelmshaven liegen. Sie darf nur den am Prüfungsverfahren beteiligten Personen zugänglich gemacht werden, die hiermit auf ihre Pflicht zur Vertraulichkeit hingewiesen werden.

### Eidesstattliche Erklärung

Name: Claudia Glade

Matrikel-Nummer: 4202100

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit bis auf die offizielle Betreuung selbst und ohne fremde Hilfe angefertigt habe und die benutzten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben sind.

München, den 31.01.2007

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

## Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich bei den Personen, die mich bei der Anfertigung dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt den folgenden Personen:

Herrn Prof. Dr. rer. nat. I. Schebesta

Herrn Dipl.-Ing. J. Strick

Herrn F. Stoiber

Herrn E. Prenissl

Herrn C. te Kock

Herrn S. Braun

Frau A. Fuhrmann

## Inhaltsverzeichnis

Erklärungen	2
Danksagung	3
Inhaltsverzeichnis	4
Vorwort	7
1 Einleitung	8
1.1 Aufgabenstellung	8
1.2 „Die Frau vom Checkpoint Charlie“	9
1.3 Fritz Stoiber Productions	11
1.3.1 Technische Voraussetzungen	13
2 Analoge und Digitale Visuelle Effekte im Film	14
2.1 Historische Kamera-/Film-Effekte	14
2.2 Special Effects und Special Visual Effects	15
2.2.1 In-Kamera-Effekte	16
2.2.1.1 Einzelbildaufnahme	16
2.2.1.2 Doppel- und Mehrfachbelichtung	17
2.2.1.3 Zeitraffer- und Zeitdehnungseffekte	18
2.2.1.4 Kameramasken	19
2.2.1.5 Front- und Rückprojektion	19
2.2.1.6 Spiegeltricks	21
2.2.1.7 Glasgemälde	22
2.2.1.8 Vorsatzmodelle	22
2.2.1.9 Matte Paintings	23
2.2.2 Spezialmaskeneffekte	24
2.2.3 Kreatur- und Puppenbau	25
2.2.4 Animatronics	25
2.2.5 Mechanische Effekte	26
2.2.6 Klassische Special Effects	27
2.2.7 Der optische Printer	27
2.2.8 Modellaufnahmen	28
2.2.9 Travelling Matte Composite Photography	29
2.2.10 Motion Control	30

---

2.2.11 Stop- und Go-Motion-Animation	31
2.2.11.1 Direct Input Device (DID)	32
2.2.12 Rotoscoping	33
2.3 Digitale Effekte	34
3 Projektmanagement	36
3.1 Gesamtüberblick	36
3.2 Firmenintern bei Fritz Stoiber Productions	37
3.3 Aufgabenverteilung	40
4 Vorbereitung	41
5 Umsetzung	44
5.1 Allgemeine Gegebenheiten	44
5.2 Tracking & Stabilizing	48
5.2.1 Tracking	48
5.2.1.1 2D-Tracking	48
5.2.1.2 3D-Tracking	50
5.2.2 Stabilizing	68
5.3 Computeranimation	69
5.3.1 Modelling	69
5.3.2 Texturierung	74
5.3.3 Beleuchtung	76
5.3.4 Animation	79
5.3.5 Rendering	80
5.4 Compositing	83
5.4.1 FX_009	85
5.4.2 FX_114	86
5.4.3 FX_034 und FX_142	87
5.4.4 FX_100 und FX_120	87
5.4.5 FX_040, FX_150 und FX_160	89
5.4.6 FX_180 bis FX_210	90
5.4.7 FX_144, FX_164 und FX_174	92
5.4.8 FX_020, FX_030, FX_060, FX_090 und FX_110	93
5.4.9 FX_050, FX_070, FX_080, FX_130, FX_140,	97

---

FX_170 und FX_230 bis FX_270	
5.4.10 FX_220	101
5.4.11 FX_280	102
5.4.12 FX_010	105
5.5 Schnitt	106
6 Zusammenfassung	108
7 Ausblick	110
8 Anhang	111
A Glossar	111
B Literaturverzeichnis	127
C Abbildungsverzeichnis	130
D Anlagen	132

## Vorwort

Diese Arbeit beschreibt die Entstehung der Visuellen Effekte in dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“.

In Kapitel 1, der Einleitung, wird die Aufgabe dieser abschließenden Arbeit beschrieben. Weiterhin findet sich dort eine kurze Zusammenfassung des Films „Die Frau vom Checkpoint Charlie“, über den diese Arbeit handelt und einige visuelle Effekte beisteuert sowie eine Beschreibung der Firma Fritz Stoiber Productions. Diese realisiert die Visuellen Effekte in diesem Film. Abschließend werden im 1. Kapitel die technischen Voraussetzungen erläutert.

Die Bedeutung von Visuellen Effekten im Film haben im Laufe der Jahre stark zugenommen und eine erstaunliche Entwicklung genommen. Eine Beschreibung dieser Entwicklung befindet sich im 2. Kapitel. Die neuen Möglichkeiten bilden die Grundlage der gemachten Arbeit.

Alle für diese Arbeit relevanten Projektabläufe werden im Projektmanagement gesteuert und kontrolliert. Eine Aufteilung in die Abläufe für die gesamte Postproduktion und für Fritz Stoiber Productions ist in Kapitel 3 dargestellt.

Die Vorbereitungen, die noch vor den eigentlichen Dreharbeiten durchgeführt wurden und deren Zweck, werden in Kapitel 4 ausgeführt.

In Kapitel 5 wird die Umsetzung der Visuellen Effekte für den Film beschrieben. Das Kapitel stellt die allgemeinen Gegebenheiten, das Tracking und Stabilizing, die Computeranimation, das Compositing und den Schnitt dar.

Ein Schlusswort sowie eine kurze Zusammenfassung folgt in Kapitel 6.

# 1 Einleitung

Die Firma Fritz Stoiber Productions ist im Frühjahr 2006 mit der Erstellung der Visuellen Effekte für den Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ beauftragt worden. Diese Arbeit beschreibt die dafür erforderlichen Arbeitsschritte und Arbeitsabläufe.

## 1.1 Aufgabenstellung

Ein Großteil der Arbeit besteht darin, den Osten am Berliner Grenzübergang Checkpoint Charlie digital zu ergänzen, da das Set in Leipzig nur teilweise aufgebaut wurde. Hierfür müssen Häuser virtuell nachgebaut werden, die in der Zeit von 1982 bis 1986 dort standen oder gestanden haben könnten. Ferner müssen auf digitalem Wege Fenster zugemauert, ein Haus sowie einige andere Bauten erweitert werden, damit das Set als solches nicht mehr erkennbar ist. Dabei werden die Szenen an die verschiedenen Tageszeiten, Wetterbedingungen und Jahreszeiten im Film angepasst.

Ein in einer Szene fliegender Flugzeug muss ebenfalls digital erzeugt werden, da die Maschine der Luftlinie PAN AM nicht mehr als Original zur Verfügung steht.

Weiterer Bestandteil der Arbeit sind einige so genannte Greenscreen-Szenen. Dabei muss der Hintergrund oder kleinere Bereiche innerhalb einer Szene (zum Beispiel ein Zeitungsbild) ergänzt werden. Eine erst später gedrehte Reportage wird mit der gleichen Technik auf einen Fernseher projiziert.

Außerdem werden einige Szenen digital retuschiert, beispielsweise müssen zwei Baukräne hinter einem Flugzeug entfernt werden.

Insgesamt werden 3D-Animationen erstellt, 2D- bzw. 3D-Trackings durchgeführt, Szenen stabilisiert und alle Elemente im Compositing zu einem einheitlichen Gesamteindruck zusammengefügt.

Die einzelnen Szenen und die im Einzelnen durchzuführenden Arbeitsschritte werden im Kapitel 3, dem Projektmanagement, beschrieben.

## 1.2 „Die Frau vom Checkpoint Charlie“

„Die Frau von Checkpoint Charlie“ ist ein Zeugnis deutsch-deutscher Zeitgeschichte, die den Zuschauer in die Zeit des 'Kalten Krieges' zurückversetzt. Drehbuchautorin Annette Hess entwickelte die Geschichte angelehnt an den auf einer wahren Begebenheit beruhenden Roman „Gebt mir meine Kinder zurück! - Der Fall Jutta Gallus“ von Ines Veith, stellvertretend für das Schicksal Vieler.

„Die Frau vom Checkpoint Charlie“ ist eine Co-Produktion der UFA Fernsehproduktion, NL Leipzig mit dem Mitteldeutschen Rundfunk, dem Bayrischen Rundfunk, dem Rundfunk Berlin-Brandenburg, der ARD Degeto und ARTE, gefördert von der Mitteldeutschen Medienförderung (MDM).

Bei diesem TV-Zweiteiler wurde in der Zeit vom 20.04.2006 bis 07.07.2006 in und um Leipzig, in Berlin, Bukarest und Helsinki, unter der Regie von Miguel Alexandre, gedreht. Hinter der Kamera stand Jörg Widmer. Produzent ist Norbert Sauer, Producerin Cornelia Wecker und die federführende Redakteurin ist Jana Brandt vom MDR.

Der erste Teil der Geschichte spielt im Jahr 1982. Sara Bender lebt mit ihren neun und elf Jahre alten Töchtern Bine und Silvia in Erfurt. Als Sara sich entschließt ihren langjährigen Freund Peter Koch zu heiraten, lädt sie ihren Vater Johannes aus dem westlichen Teil Deutschlands ein. Auf der Fahrt in die DDR verunglückt Johannes jedoch schwer auf der Autobahn, so dass die Trauung vorerst abgesagt wird. Die besorgte Sara beantragt eine Ausreisegenehmigung, um ihren Vater im Krankenhaus besuchen zu können. Doch die DDR-Behörde verweigert ihr die Ausreiseerlaubnis, da sie als potenzielle Staatsfeindin in den Akten geführt wird. Mehrfach hat Sara bereits offen ihre Meinung über das System geäußert und damit für Unruhe gesorgt. Als ihr Vater kurz darauf stirbt, reift in ihr der Wunsch, die DDR zusammen mit ihren Töchtern für immer zu verlassen. Mit oder ohne Peter. Doch auch ein erneuter Ausreiseantrag wird abgelehnt. Sara verliert ihre bisherige Position in der Firma Robotron, wo sie in der Geräte-Endkontrolle gearbeitet hat, ihre Kinder werden in der Schule schikaniert und ihnen wird

die schulische Entwicklung verbaut. Da fasst Sara den Entschluss, der DDR auf illegalem Weg den Rücken zu kehren. Ihr Freund Peter ist jedoch nicht bereit mit zugehen. Ihr Fluchtplan wird verraten und Sara wird wegen Republikflucht zu dreieinhalb Jahren Haft im Gefängnis Hoheneck verurteilt. Ihr wird das Sorgerecht entzogen und ihre Kinder kommen in ein Heim.

Im zweiten Teil der Geschichte kauft das westliche Deutschland Sara nach zwei Jahren Haft frei. Doch leider muss sie erfahren, dass ihre Töchter in der Zwischenzeit bei einer Pflegefamilie leben und die DDR nicht bereit ist, die Beiden ausreisen zu lassen. Um ihre Kinder zurück zu bekommen schreibt Sara Bittbriefe an die Behörden der DDR und macht mit zahlreichen Protestaktionen auf ihr Schicksal aufmerksam. So belagert sie über Monate hinweg jeden Tag den Grenzübergang Checkpoint Charlie auf der Seite Westberlins. Um den Hals ein Plakat mit der Aufschrift „Gebt mir meine Kinder zurück!“. Auch reist sie zur KSZE-Konferenz (Konferenz über Sicherheit und Zusammenarbeit in Europa) nach Helsinki, um dort öffentlich für ihre Rechte zu kämpfen. Unterstützung bekommt sie unter anderem von dem Journalisten Richard Panter. Nach einigen dramatischen Zwischenfällen haben sich ihre Bemühungen jedoch gelohnt und Sara kann am 25. August 1986 ihre Töchter endlich wieder in die Arme schließen.

Die Rollen sind wie folgt besetzt:

Sara Bender: Veronica Ferres

Bine Bender: Elisa Schlot

Silvia Bender: Maria Ehrich

Peter Koch: Peter Kremer

Richard Panter: Filip Peeters

[www 01] [www 02] [www 03] [www 04]

### 1.3 Fritz Stoiber Productions

Die Firma Fritz Stoiber Productions wurde 1984 von dem Münchner Regisseur und Filmproduzenten Fritz Stoiber gegründet. Im Bereich Wirtschaftsfilm gehört er heute zu den erfolgreichen und innovativen Produzenten in Deutschland.

Der technikbegeisterte Fritz Stoiber war immer auf der Suche nach Innovationen, um das Filmerlebnis noch zu steigern und drehte bereits 1984 seinen ersten Stereofilm auf 16mm. 1989 bekam er von der Bavaria den Auftrag, Spezialeffekte für die Science-Fiction-Serie „HEUREKA“ zu produzieren. Raumfähren wurden als Miniaturmodelle gebaut und Raketenstarts computergesteuert gedreht. Kurz darauf entwickelte er zusammen mit Partnern eines der ersten deutschen 35mm-Motion-Control-Systeme.

1992 begann Fritz Stoiber in die digitale Postproduktionstechnik zu investieren, weshalb eines von Deutschlands ersten Avid-Schnittsystemen bei ihm aufgestellt wurde.

1993 erweiterte er mit Erfried Prenissl seine Firma um den Bereich Computeranimation und Visuelle Effekte. 1996 kam noch ein eigener High-end-Compositing-Arbeitsplatz von Discreet, ein flint\* auf einer Indigo 2 Extreme von sgi, hinzu. Auslöser für diese Anschaffung war ein Auftrag der Ufa, der eine einzelbildweise Retusche von Filmmaterial erforderte. Zuvor hatte das Stoiber-Team digitale Bildbearbeitung mit AfterEffects von Adobe durchgeführt, das heute noch gerne eingesetzt wird. Flint\* wurde mittlerweile durch ein AVID|DS Nitris HD ersetzt.

Die Rechner der Firma sind mit Lichtwellenleitern verkabelt, wodurch im ganzen Haus eine Datenübertragung mit einer Geschwindigkeit von 1 GBit/s erreicht wird.

Außer Image- und Wirtschaftsfilmen bietet Fritz Stoiber Productions auch ergänzende Arbeiten, wie zum Beispiel Design-Studien, genauso wie Agenturleistungen für den Transrapid an. Zusätzlich werden auch hochauflösende Print-Vorlagen erstellt. Seit 1996 kommen häufig Anfragen nach Umsetzungen für andere Medien, wie CD-Rom, DVD und

Internet-Auftritte, da Kunden gerne umfassend von einer Firma betreut werden. Einen weiteren umfangreichen Bereich stellen heute Animationen und Visuellen Effekte dar.

Zu den Kunden gehören unter anderem Bavaria-Film, die Vereinigte Metallberufsgenossenschaft, die BMW Group, die DB Magnetbahn GmbH, der Flughafen München, die Stadt München, die Siemens AG, Rolls-Royce Motorcars, Transrapid International und die UFA Filmproduktion GmbH.

Zu den Arbeiten zählen unter anderem der Image-Film „München Airport Center“, die durch computeranimierte Autos ergänzten Filme „Rover R 75“ und „BMW Mini Cooper“, sowie die Visuellen Effekte in den Spielfilmen „Sophie, Sissis kleine Schwester“ und „Störtebeker“.

Die Firma Fritz Stoiber Productions erhielt viele Preise und Auszeichnungen. So wurde zum Beispiel der Film „München-Aus dem Logbuch eines Außerirdischen“ für seine eindrucksvolle Gestaltung mit dem „1. Deutschen Wirtschaftsfilm Preis“ und dem Prädikat „besonders wertvoll“ ausgezeichnet. Auch international war diese Produktion sehr erfolgreich und hat auf dem New Yorker Filmfestival den „Finalist Award“ für das Erreichen des 5. Platzes von 7000 eingesandten Filmen verliehen bekommen. Mit dem ersten Transrapid-Film gewann Fritz Stoiber Productions in Chicago den „Silver Screen Award“. Beim „animago 3D Award '97“ gewann die Produktion „München Airport Center“ den 1. Preis in der Kategorie „Architektur“, beim „animago 3D Award '01“ erreichte die Produktion „BMW Mini Cooper“ den 2. Platz in der Kategorie „Professional Compositing, Industrie & Imagefilm“, sowie einige weitere 1. und 2. Preise bei dem „animago Award“ in den darauf folgenden Jahren, außerdem Bronze, Silber und Gold bei dem 12. und 14. ITVA Festival.

Im Frühjahr 2006 erhielt Fritz Stoiber Productions von der UFA Filmproduktions GmbH den Auftrag für die Umsetzung der Visuellen Effekte in dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“, auf den sich der Praxisteil dieser Arbeit bezieht.

[ppWil 99]

### 1.3.1 Technische Voraussetzungen

In der folgenden Tabelle sind alle Rechner und ihre spezifischen Daten aufgelistet, die für das Projekt „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ verwendet werden.

Rechner Name	System Modell	Processor	Arbeitsspeicher	Festplattenspeicher	Grafikkarte
Rechner_01	Precision WorkStation 670 von Dell Inc.	Intel(R) Xeon(TM) CPU 3.00GHz (4 CPUs)	3070MB RAM	76.2 GB	NVIDIA Quadro FX 540
Rechner_02	X5DA8 von Supremico	Intel(R) Xeon(TM) CPU 2.80GHz (2 CPUs)	2048MB RAM	38.0 GB 38.3 GB 70.0 GB 70.0 GB	Matrox Millennium P750
Rechner_03	TDZ2000 GT1 von Intergraph Computer Systems	Intel Pentium III (2 CPUs), ~690MHz	1408MB RAM	17.5 GB	DIAMOND Fire GL1 Video Accelerator
Rechner_04	A7NBX2.0 von ASUSTeK Computer INC.	AMD Athlon(tm) XP 3200+, MMX, 3DNow!, ~2.2GHz	2048MB RAM	131.1 GB	NVIDIA GeForce FX 5900
Rechner_05	Precision WorkStation 670 von Dell Inc.	Intel(R) Xeon(TM) CPU 3.20GHz (4 CPUs)	3070MB RAM	76.2 GB 76.3 GB 190.8 GB	NVIDIA Quadro FX 3450/4000 SDI
Rechner_06	Hp workstation xw6200 von Hewlett-Packard	Intel(R) Xeon(TM) CPU 3.40GHz (2 CPUs)	2560MB RAM	51.2 GB 101.4 GB 1200.0 GB 480.1 GB	NVIDIA Quadro FX 3400/4400
Rechner_07	DSDT von COMPAQ	Intel(R) XEON(TM) CPU 2.20GHz	512MB RAM	38.2 GB 140.0 GB 138.9 GB 140.0 GB	Matrox Millennium G450 Dual-Head
Render_Rechner_1-5	SU6 Server von Quanta Computer Inc.	Intel Pentium III (2 CPUs), ~996MHz	2048MB RAM		ATI Technologies, Inc. RAGE XL PCI
Render_Rechner_6-10	To Be Filled By O.E.M.	Intel(R) Xeon(TM) CPU 2.80GHz (4 CPUs)	2048MB RAM		ATI Technologies, Inc. RAGE XL PCI

Zusätzlich stehen zur Datenspeicherung zwei Server mit je 2 TByte zur Verfügung, wobei einer der Server als Backup-Server genutzt wird.

Alle Rechner sind mit Lichtwellenleitern miteinander verbunden, so dass eine Datenübertragungsgeschwindigkeit von 1 GBit/s erreicht wird.

Bei Fritz Stoiber Productions steht auf den Rechnern unter anderem folgende Software für die Bearbeitung des Projekts zur Verfügung:

Alias Maya 7, Adobe Photoshop CS, Adobe AfterEffects 6.0, Discreet Combustion 4, außerdem läuft auf einem Rechner unter Linux Suse 7.1 das Programm 3D-Equalizer Version 3 Release 4b6.

Neben dem Avid-Schnittsystem wird auch der Compositing-Arbeitsplatz Avid|DS Nitris HD, der Daten auch in Echtzeit verarbeiten kann, verwendet.

## 2 Analoge und Digitale Visuelle Effekte im Film

Die historische Entwicklung der Visual Effects beruht auf der Faszination des Menschen für die Illusion und der Täuschung des Auges.

Visuelle Effekte im Film gibt es schon fast so lang wie den Film selbst. Es haben sich lediglich die Techniken und Möglichkeiten im Laufe der Zeit verändert. Einige Techniken werden im Folgenden beschrieben.

[dp02 99]

### 2.1 Historische Kamera-/Film-Effekte

Ein Meilenstein in der Entwicklung der heutigen Kamera war die „Camera Obscura“. Diese Technik wurde erstmals 1038 von einem arabischen Gelehrten entdeckt. Es ist ein in sich geschlossener und abgedunkelter Raum, in den durch eine kleine Öffnung ein Lichtstrahl hinein fällt. Auf der gegenüberliegenden Seite entsteht dann ein Abbild der Wirklichkeit, das man mit Hilfe von Spiegeln abzeichnen kann.

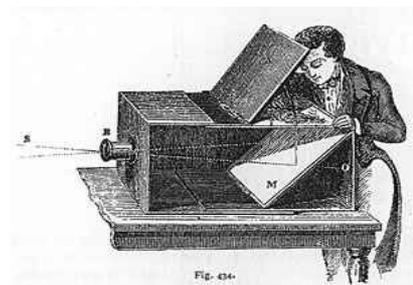


Abb.2.1: "Camera Obscura"

Die Umkehrung des Prinzips der Camera Obscura wird als „Laterna Magica“ bezeichnet. Diese Technik ist mit dem heutigen Diaprojektor vergleichbar.

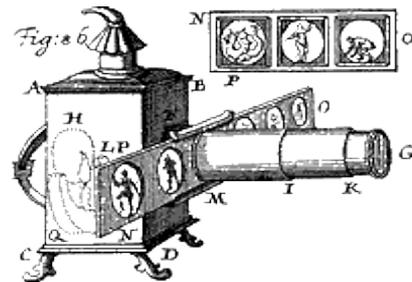


Abb.2.2: "Laterna Magica"

Dabei dringt das Licht aus dem Gerät durch eine Öffnung in einen abgedunkelten Raum auf eine Projektionsfläche. Vor diese Öffnung werden gezeichnete Glasblättchen gehalten, dessen Motiv auf die Fläche projiziert wird. Durch diese Technik wurden schon im

17. Jahrhundert erzählte Geschichten bebildert.

Anfang des 19. Jahrhunderts wurde diese Projektionstechnik von E.G.Robertson weiterentwickelt. Durch Einfügen von Linsen entstanden visuelle und optische Effekte, die er „Phantasmagorien“ nannte. Damit konnte er zum Beispiel plötzlich Geister auf der Bühne erscheinen und wieder verschwinden lassen. Im Bühnenuntergrund stand dafür der

Darsteller, der mit einem Lichtstrahl aus dem Apparat beleuchtet wurde. Eine reflektierende und gleichzeitig transparente Glasscheibe wurde im 45°-Winkel über dem Darsteller und vor der Bühne angebracht. Ein schwaches Abbild des Darstellers wurde dadurch auf die Bühne projiziert. Der Projektionsapparat wurde nun bewegt und gleichzeitig die Schärfe korrigiert, dadurch wurde der Darsteller auf der Bühne kleiner oder größer. Für den Zuschauer entstand der Eindruck, ein Geist würde im Bühnenstück agieren.

Anfang des 18. Jahrhunderts verbreiteten sich die „Guckkästen“. Hierbei wurden in einem Kasten mehrere Blätter hintereinander zusammengefügt. Jedes einzelne Blatt stellte eine Bildschicht dar. Mit der entsprechenden Entfernung zueinander entstand für den Betrachter ein räumlicher Eindruck. Die Blätter waren dabei austauschbar. Diese Layertechnik lässt sich mit dem heutigen



Abb.2.3: „Guckkasten“

Compositing vergleichen.

Mitte des 19. Jahrhunderts kam auch bereits die Stereoskopie zum Einsatz. Sie stellte eine Weiterentwicklung der Guckkästen dar. Hierbei wurden zwei Bilder an je eine Öffnung angebracht. Die Bilder wurden leicht versetzt gezeichnet und die Öffnung entsprach dem Augenabstand. Dadurch ließ sich ein räumlicher Effekt erzielen.

Ende des 19. Jahrhunderts fanden die ersten öffentlichen Filmvorführungen statt.

[dp02 99] [Mon 00] [Gie 01]

## 2.2 Special Effects und Special Visual Effects

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Hauptbereiche, die Special Effects und die Special Visual Effects. Zu den Special Effects zählen alle Effekte, die direkt bei den Hauptdreharbeiten realisiert werden. Die Special Visual Effects werden im Gegensatz dazu nach dem Hauptdreh von einem gesonderten

Team verwirklicht. Beide Bereiche lassen sich allerdings nicht klar voneinander trennen und beinhalten längst nicht alle Effekttechniken. Glasgemälde, Vorsatzmodelle, Spiegeltricks und die Projektionsverfahren können beispielsweise direkt während der Hauptdreharbeiten realisiert werden oder erst im Nachhinein.

Im Folgenden werden für beide Bereiche einige Techniken vorgestellt.

[Mul 02]

### 2.2.1 In-Kamera-Effekte

Unter In-Kamera-Effekten versteht man die Manipulation des Belichtungsmaterials direkt in der Filmkamera, wodurch verschiedene Effekte entstehen, und alle Verfahren, die schon während der Aufnahmen zu einer Bildkombination führen. Zu ihnen zählen die Einzelbildaufnahme, die Doppel- oder Mehrfachbelichtung, die Front- und Rückprojektion (Aufpro/Rückpro) sowie Spiegeltricks, Vorsatzmodelle und Glasgemälde oder die Matte Paintings.

[Mul 02] [dp03 99]

#### 2.2.1.1 Einzelbildaufnahme

Bei dieser Technik filmt die Kamera jeweils nur ein Einzelbild einer Szene. Zwischen den Einzel-Belichtungen wird die Szene leicht verändert. Wenn man den Film in Normalgeschwindigkeit abspielt, entsteht dadurch die Illusion einer Bewegung. Durch dieses Verfahren lässt sich beispielsweise der Eindruck erwecken, als ob sich eine Puppe tatsächlich eigenständig bewegt. Auf diesem Verfahren beruht die Filmanimation und die Stop-Motion-Animation, die in Kapitel 2.2.11 beschrieben wird. Die Einzelbildaufnahme bildet die Grundlage des so genannten Stoptricks. Georges Méliès hat diese Technik laut Digital Production per Zufall entdeckt, als er den Verkehr auf einer Pariser Straße filmte. Dabei musste er den Filmtransport bei seiner handgekurbelten Kamera reparieren. Als er damit

fertig war hatte sich der Verkehr verändert und an Stelle eines Omnibusses stand nun ein Leichenwagen. Bei der Sichtung des Films verwandelte sich daher der Omnibus wie durch Zauberei in einen Leichenwagen und der erste Stopptrick war entstanden.

Die Voraussetzung für diese Technik ist, dass sich die Kameraposition während des gesamten Drehs nicht verändert.

[Mul 02] [Gie 01] [dp02 99]

### 2.2.1.2 Doppel- und Mehrfachbelichtung

Bei einer Doppel- oder Mehrfachbelichtung werden noch unbelichtete Stellen auf einem Film, das sind dunkle Flächen, mit einer neuen Aufnahme belichtet.

Mit dieser Technik kann man zusätzliche Bildkomponenten zeitversetzt und in unterschiedlichen Maßstäben aufzeichnen.

Den transparenten Geistereffekt kann man zum Beispiel mit der Doppelbelichtung erzeugen. Dafür filmt man zuerst einen leeren Raum, spult den Film in der Kamera zurück und filmt den Raum mit einer Person erneut. Die Kameraposition darf sich dabei nicht verändern.

Ein weiteres Beispiel ist der Doppelgängereffekt. Hierfür wird ein Teil des

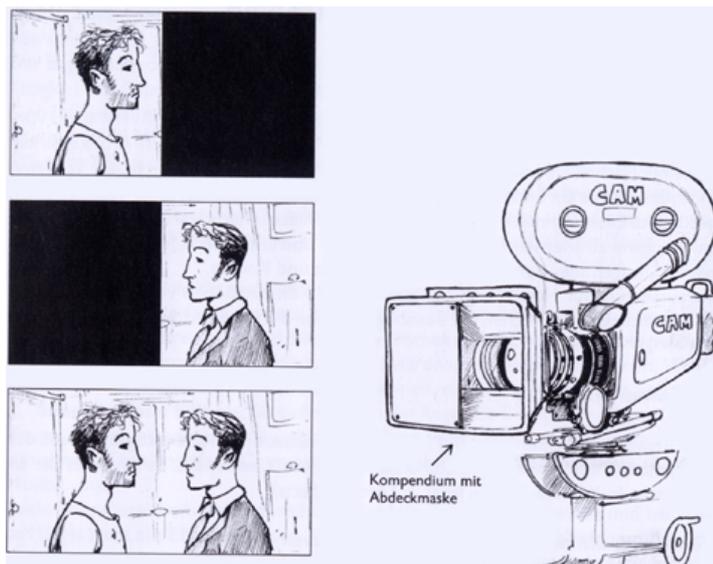


Abb.2.4: Mehrfachbelichtung mit stationären Masken

verhindern. Nun kann der zweite Teil belichtet werden. Diese Technik wird

Bildausschnittes abgedeckt, der so bei der Aufnahme nicht belichtet wird. Der nur teilbelichtete Film wird dann zurück gespult, die erste Maske entfernt und der vorher belichtete Teil kaschiert, um eine Doppelbelichtung zu

auch als Split-Screen bezeichnet. Da die Abdeckmaske direkt vor der Kamera angebracht wird, befindet sie sich in einem unscharfen Bereich, dadurch entsteht eine weiche Übergangslinie zwischen den beiden Bildteilen. Wichtig für das Gelingen dieses Effektes ist, dass das Set in beiden Teilen der Aufnahme identisch ist und sich die Kameraposition nicht verändert. Dieses Verfahren brachte eine gewisse Gefahr mit sich, da stets mit dem Originalmaterial gearbeitet wurde und bei den Dreharbeiten keine Fehler passieren durften.

[Mul 02] [Mon 00] [Gie 01] [dp02 99]

### 2.2.1.3 Zeitraffer- und Zeitdehnungseffekte

Zeitraffer- und Zeitdehnungseffekte entstehen durch Manipulation der Filmdurchlaufgeschwindigkeit in der Kamera.

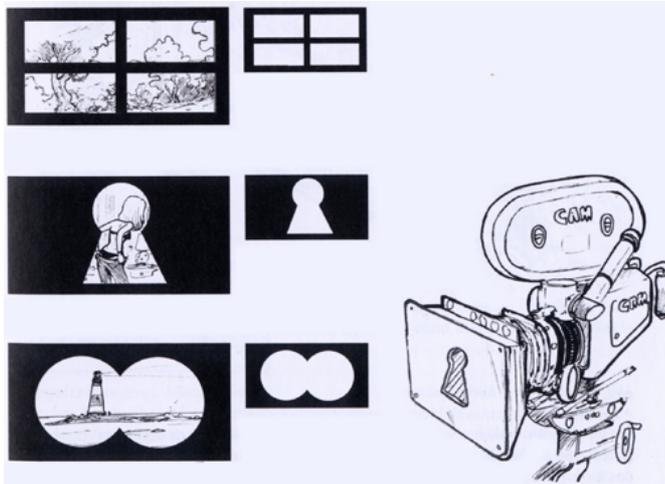
Bei Zeitraffereffekten werden weniger als 24 Bilder pro Sekunde aufgezeichnet und der Film in Normalgeschwindigkeit abgespielt. So entsteht der Eindruck, dass sich Personen oder Objekte schneller bewegen. Ein extremer Zeitraffereffekt ist die Time Lapse Photography, wo häufig nur ein Bild pro Minute aufgezeichnet wird. Damit kann man zum Beispiel zeigen, wie sich Blumenblätter öffnen.

Zeitdehnungseffekte entstehen, wenn mehr als 24 Bilder pro Sekunde aufgezeichnet werden. Sie werden oft für Miniaturexplosionen eingesetzt, die dadurch realistischer wirken.

[Mul 02] [Mon 00] [Gie 01]

### 2.2.1.4 Kameramasken

Kameramasken werden beispielsweise für den typischen Fernglas- oder Schlüssellocheffekt eingesetzt.



Heute werden diese Effekte aber lieber in der Postproduktion realisiert, um sich die Zeit für das Einrichten der Maske während der Dreharbeiten zu ersparen.

[Mul 02]

Abb.2.5: Kameramasken

### 2.2.1.5 Front- und Rückprojektion

Diese beiden Projektionsverfahren werden genutzt, um Darsteller im Filmstudio mit separat aufgenommenen Hintergrundaufnahmen zu kombinieren.

Bei der Rückprojektion, der so genannten Rückpro, steht der Darsteller vor einer großen lichtdurchlässigen Bildwand, auf die von hinten die

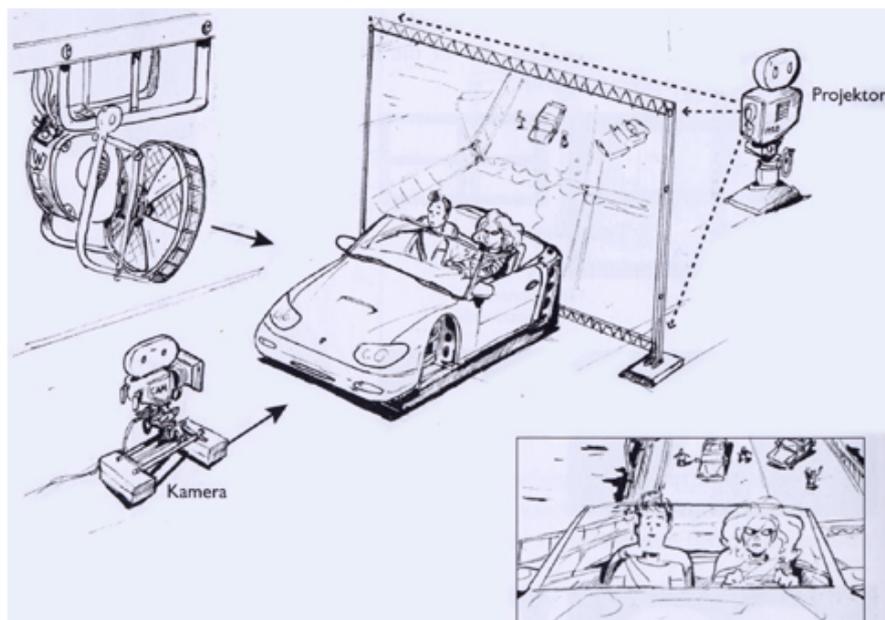


Abb.2.6: Aufbau der Rückpro

Hintergrundaufnahme projiziert wird. Diese Technik wurde oft bei Autofahrten, Schiffsaufnahmen oder Nahaufnahmen der Darsteller eingesetzt. Eine Schwierigkeit besteht darin, die Lichtintensität des Hintergrundbildes und der Darsteller im Vordergrund an einander anzupassen. Vorteil der Rückpro: die Schauspieler können den projizierten Hintergrund sehen und in die Spielhandlung mit einbeziehen. Außerdem kommt es zu keinen störenden Maskenkanten, wie es beim Bluescreen-Verfahren vorkommen kann.

Bei der Frontprojektion, der so genannten Aufpro, wird das Hintergrundbild von vorne auf die Leinwand projiziert. Der Projektor wird im 90°-Winkel zur Kamera aufgebaut. Das Hintergrundbild wird von dem Projektor auf einen

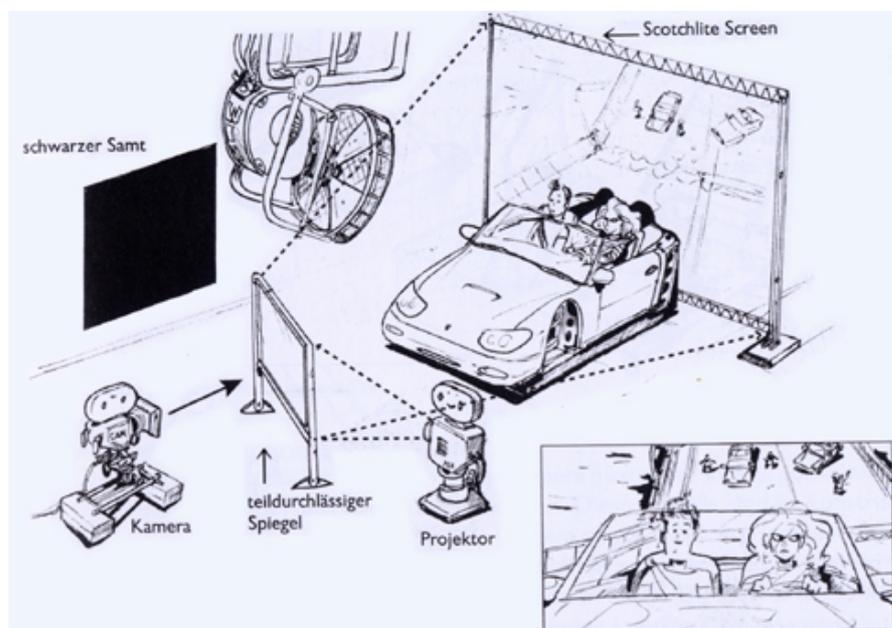


Abb.2.7: Aufbau der Aufpro

halbdurchlässigen Spiegel geworfen, der im 45°-Winkel vor dem Kameraobjektiv angebracht ist, der das Bild wiederum auf die Leinwand ablenkt. Bei der Leinwand handelt es sich um einen Scotchlite-Screen. Dieser besteht aus einer stark reflektierenden Folie, die wiederum aus winzigen Glaskügelchen besteht. Die Leinwand reflektiert das projizierte Bild auf den Spiegel zurück, von dem es auf Grund seiner Halbdurchlässigkeit bis zur Kamera durchdringt.

Ein Nachteil der Aufpro liegt darin, dass keine Kamerafahrten oder Schwenks möglich sind, da die Achse Kamera-Projektor-Spiegel exakt eingehalten

werden muss. Außerdem können Teile des projizierten Films auf Objekte vor der Leinwand treffen. Um das zu verhindern muss der Vordergrund stark ausgeleuchtet werden.

[Mul 02] [dp03 99] [www 09] [www 10] [Gie 01]

### 2.2.1.6 Spiegeltricks

Spiegeltricks sind Verfahren, die mit Hilfe von Spiegeln realisiert werden. Sie haben den Vorteil, dass neben einigen Effekten auch ungewöhnliche Perspektiven umgesetzt werden können. Eine Technik wurde 1923 beispielsweise von Eugen Schüfftan entwickelt und nach ihm benannt. Bei dem Schüfftan-Verfahren ist die Kamera auf die Vorderseite eines Modells gerichtet. Zwischen Kamera und Modell steht eine Glasscheibe mit einer kleinen Spiegelfläche. Die Scheibe wird so positioniert, dass sich der reale Darsteller genau in der Spiegelfläche spiegelt. Der Darsteller agiert dabei in einer real gebauten Teilkulisse, die im selben Atelier steht. Diese Teilkulisse

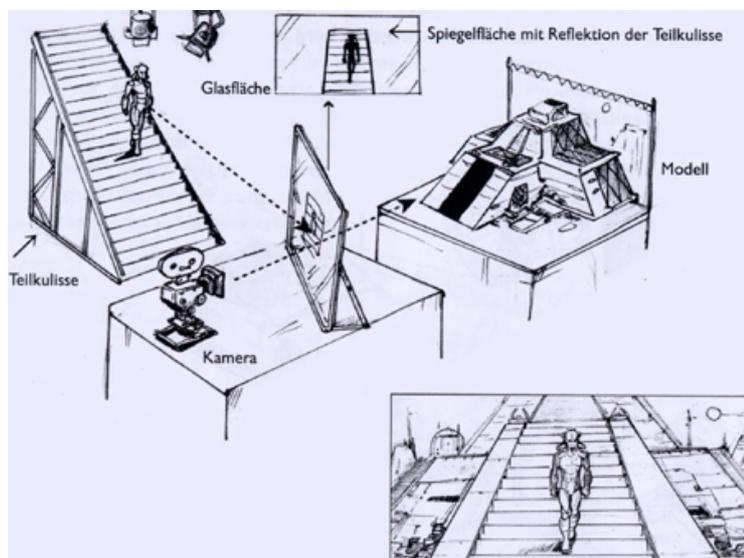


Abb.2.8: Prinzip des "Schüfftan-Verfahrens"

entspricht, bis auf die Größe, exakt den Formen und Farben des Modells. Die Kamera filmt nun durch die Glasscheibe das Modell und die eingespiegelte Teilkulisse. Da sich die Spiegelfläche im optisch unscharfen

Bereich der Kamera befindet, werden automatisch weiche Übergänge zwischen Modell und Teilkulisse erreicht.

Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass der Aufbau sehr aufwendig ist und keine Kamerabewegungen möglich sind.

[Mul 02] [dp03 99] [Gie 01]

### 2.2.1.7 Glasgemälde

Bei dieser Technik wird vor der Kamera eine bemalte Glasscheibe platziert, welche die dahinter liegende Szenerie ergänzt oder überdeckt. Norman Dawn hat Glaspaintings bereits 1905 für die Fotografie und ab 1907 für Filme

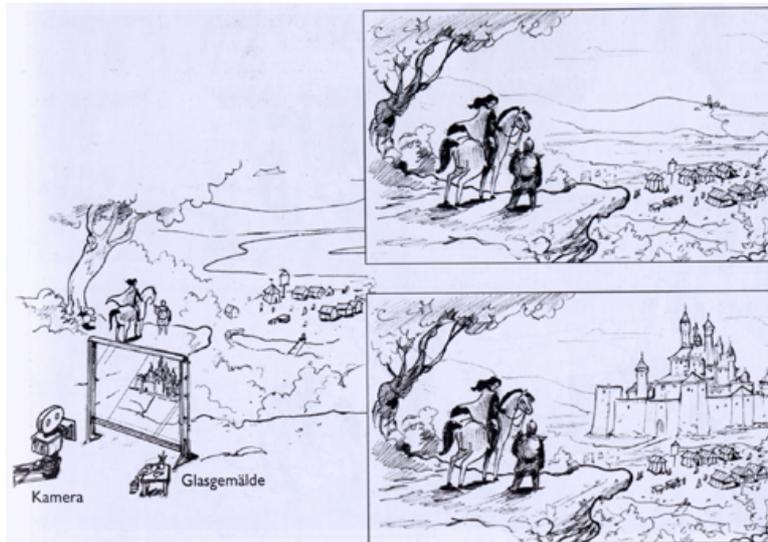


Abb.2.9: Trickeinstellung mit Glasgemälde

eingesetzt. Bei diesem Verfahren muss die exakte Kameraposition und die Tageszeit vor dem Dreh festgelegt werden, da das Glaspainting bereits vor den Dreharbeiten fertiggestellt werden

muss. Darüber hinaus muss sich das Gemälde perfekt in die Szenerie einfügen und es darf zu keinen perspektivischen Verzerrungen kommen.

[Mul 02] [dp03 99] [Gie 01]

### 2.2.1.8 Vorsatzmodelle

Vorsatzmodelle gehören zu der klassischen Set-Erweiterung oder -Ergänzung und wurden bereits ab den 1920er Jahren eingesetzt, beispielsweise 1926 bei „Ben Hur“. Dabei wird vor der Kamera ein Miniaturmodell so positioniert, dass gemäß dem Gesetz der perspektivischen

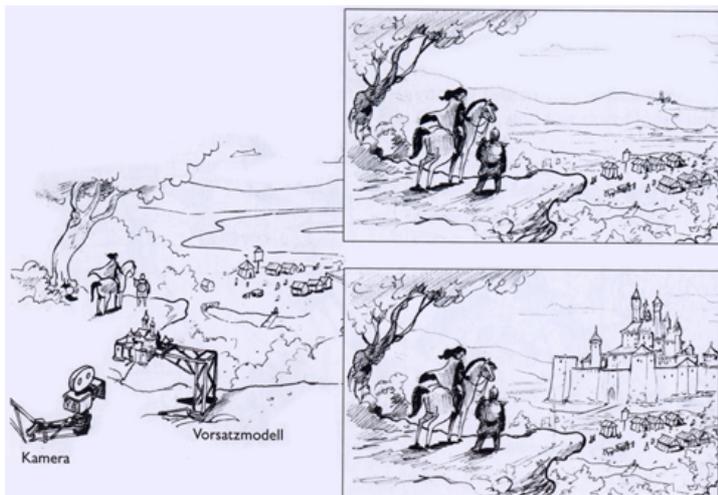


Abb.2.10: Trickeinstellung mit einem Vorsatzmodell

Verkürzung das Modell mit dem Hintergrund eine Einheit bildet. Der Maßstab des Modells ist dabei abhängig von seiner Entfernung zur Kamera. Der Vorteil zum Beispiel im Gegensatz zu Glasgemälden liegt darin, dass bei dem Modell und dem Hintergrund die gleichen Lichtverhältnisse herrschen und dadurch ein einheitliches Bild entsteht, egal bei welcher Tageszeit gedreht wird. Außerdem sind leichte Kameraschwenks möglich, wenn sich der Drehpunkt des Kamerastativs direkt über dem Nodalpunkt befindet.

[Mul 02] [dp03 99] [Gie 01]

### 2.2.1.9 Matte Paintings

Dieses Verfahren ist eine Weiterentwicklung der Glasgemälde. Der Unterschied besteht darin, dass Matte Painting und Realfilm erst nach den Hauptdreharbeiten miteinander kombiniert werden. Dies ermöglicht eine größere Kontrolle sowie einen besseren Abgleich von Vordergrund und Hintergrund. Mit Matte Paintings realisierte Effekteinstellungen nennt man Matte Shots. Es gibt verschiedene Kombinationsmöglichkeiten von Realfilm und Matte Painting, das „Front / Rear Projection Matte Shot“, das „Bipack Printing Matte Shot“, das „Latent Image Matte Shot“, das „Optical Compositing Matte Shot“ und das „Digital Compositing Matte Shot“.

Bei dem „Bipack Printing Matte Shot“ beispielsweise benötigt man eine

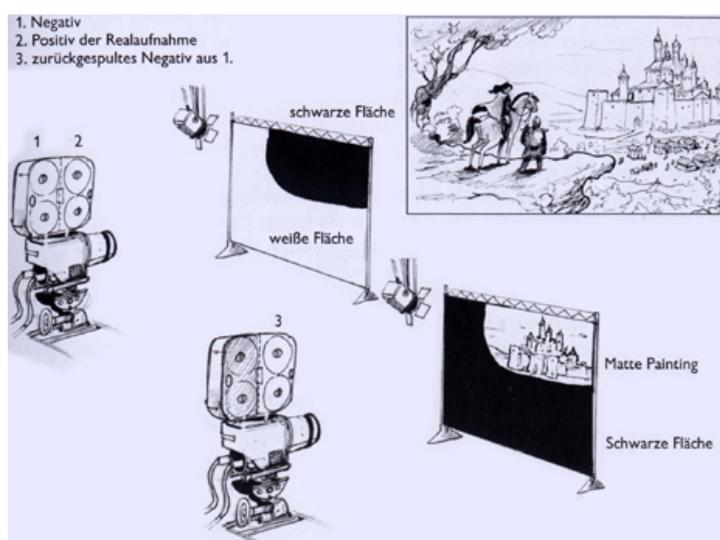


Abb.2.11: Aufnahmeablauf bei einem "Bipack Printing Matte Shot"

spezielle Kamera mit Doppelfilmmagazin, durch die zwei Filmstreifen Emulsion an Emulsion am Bildfenster vorbeilaufen können. In diese Kamera wird ein noch unbelichteter Negativfilm und ein vom Originalnegativ gezogenes Positiv

eingelegt. Auf dem Originalnegativ ist die zu ergänzende Szenerie bereits vorher aufgenommen worden. Diese Kamera wird auf eine schwarzweiße Fläche gerichtet. Das Licht des weißen Teils der Fläche dringt beim Filmen durch den bereits belichteten Filmstreifen und kopiert ihn so auf den Negativfilm. Der schwarze Teil der Fläche verhindert, dass auf dem Negativfilm der Teil belichtet wird, der durch das Matte Painting ersetzt werden soll. Danach wird der Negativfilm zurückgespult und die beiden Schwarzweißflächen ausgetauscht. Die weiße Fläche wird durch das Matte Painting ersetzt und der Positivfilm mit der realen Szenerie aus der Kamera herausgenommen. Die Aufnahme wird dann wiederholt und es entsteht eine Kombination von Realfilm und Matte Painting in der zweiten Generation.

[Mul 02] [dp03 99] [Gie 01]

### 2.2.2 Spezialmaskeneffekte

Die Spezialmaskeneffekte haben sich aus dem Bereich Maske entwickelt, gehen aber weit darüber hinaus. Es umfasst beispielsweise auch die Simulation von künstlichen Verletzungen oder Alterungsprozessen, die Anfertigung von speziellen Kontaktlinsen oder Zahnprothesen sowie die Erstellung von Masken zur Darstellung anderer Spezies in Science-Fiction-Filmen.

Um eine gesichtsverändernde Spezialmaske anzufertigen, wird zuerst ein Abdruck vom Gesicht des Darstellers genommen. Dieser Negativabdruck wird dann mit einem Spezialgips ausgegossen, um einen Positivabdruck zu erhalten. Der Spezialmaskenbildner modelliert nun die gewünschten Gesichtsveränderungen mit Plastilin auf den Gipsabdruck und fertigt davon wieder einen Negativabdruck an. Der Zwischenraum der beiden entstandenen Gipsabdrücke wird mit einem speziellen Latexschaum aufgefüllt und im Ofen getrocknet. Das fertige Schaumteil wird Applikation genannt. Es wird von dem Maskenbildner auf das Gesicht des Schauspielers geklebt und eingeschminkt.

Mit dieser Technik wurden früher auch Verwandlungseffekte, in Verbindung

mit In-Kamera-Effekten, realisiert, wie beispielsweise die Transformation eines Menschen in ein Tier. Hierbei wurde der Darsteller während des Drehs schichtweise geschminkt und die Kamera während dessen angehalten. Die einzelnen gefilmten Make-up-Phasen wurden ineinander geblendet, um sprunghafte Übergänge zu vermeiden.

Dieses Verfahren ist mit dem heutigen Morphen vergleichbar.

[Mul 02] [Gie 01]

### 2.2.3 Kreatur- und Puppenbau

Diese Techniken sind eng mit den Spezialmaskeneffekten verwandt. Sie kommen zum Einsatz, wenn beispielsweise eine Person durch eine Puppe gedoubelt werden muss, da die Szene selbst für einen Stuntman zu gefährlich ist. Weitere Einsatzmöglichkeit: Es werden Tiere nachgebaut, da aus Sicherheitsgründen nicht mit echten gearbeitet werden darf. Es gehört aber auch die Schöpfung von Fantasiefiguren zu den Aufgaben eines Puppenbauers.

Als Erstes wird anhand von Entwurfszeichnungen ein maßstabsgerecht verkleinertes Modell der Figur angefertigt, die so genannte Maquette. Auf dieser Grundlage wird anschließend eine original große Version der Figur aus Ton oder Plastilin modelliert, von der ein Abdruck genommen wird. Dieser Abdruck kann auch aus mehreren Einzelteilen bestehen. Er wird mit Latexschaum aufgefüllt und im Ofen gebacken. Die fertige Figur wird danach bemalt und ggf. kostümiert.

[Mul 02]

### 2.2.4 Animatronics

Einfache Kreaturen oder Puppen, die so genannten Klappmaulfiguren, werden vom Puppenspieler ausschließlich mit den Händen gespielt. Figuren mit äußerst komplexen und vielfältigen Bewegungsabläufen wird eine Mechanik eingebaut, die ferngesteuert werden kann. Diese nennt man

Animatronic-Puppen. Da dabei biologische Bewegungen in mechanische umgesetzt werden müssen, ist die Herstellung nicht einfach. Manchmal werden die Bewegungen über Pneumatik- oder Hydraulik-Konstruktionen ausgeführt. Aufgrund ihrer komplexen Mechanik und Elektronik sind Animatronics extrem empfindlich.

[Mul 02] [Mon 00] [dp04 99] [Gie 01]

## 2.2.5 Mechanische Effekte

Mechanische Effekte beinhalten alle Effekte, die vorrangig mit Hilfe von Mechaniken realisiert werden. Beispielsweise ist bei Puppen, Kreaturen und Animatronics das äußere Erscheinungsbild ausschlaggebend, nicht die innere Mechanik, die in diesem Fall nur ein Hilfsmittel zur Bewegungsrealisation darstellt.

Im Gegensatz dazu ist ein in eine rotierende Trommel eingebautes Set ein typischer mechanischer Effekt. Dabei kann sich das gesamte Set um

360 Grad um die horizontale Achse drehen. Die Kamera und die Trommel drehen sich langsam, dadurch sieht es so aus als würde der Schauspieler über Wände und Decke des Sets gehen.

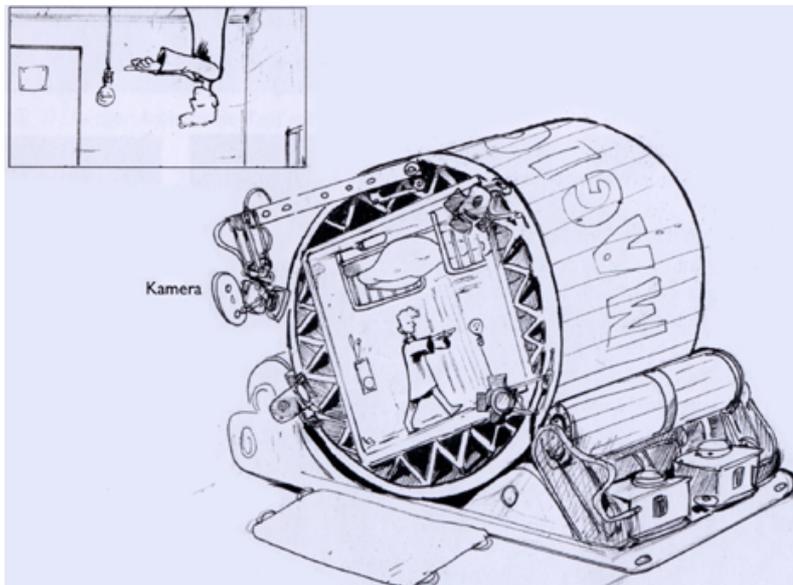


Abb.2.12: Mechanischer Effekt "rotierendes Set"

Mechanische Effekte werden oft in Verbindung mit Stunts und Pyrotechnik eingesetzt.

[Mul 02] [Gie 01]

## 2.2.6 Klassische Special Effects

Klassische Special Effects werden direkt bei den Hauptdreharbeiten realisiert. Zu ihnen zählen: Regen-, Wasser-, Schnee-, Dampf-, Rauch- und Feuereffekte, chemische Effekte zum Beispiel für „unsichtbare“ Tinte, Filmwaffen, Feuerwerkskörper und Pyrotechnik sowie so genannte Wire Flying oder Levitation. Dies sind Seile, Drähte usw. an denen die Darsteller zum Beispiel für „Flugszenen“ aufgehängt werden können.

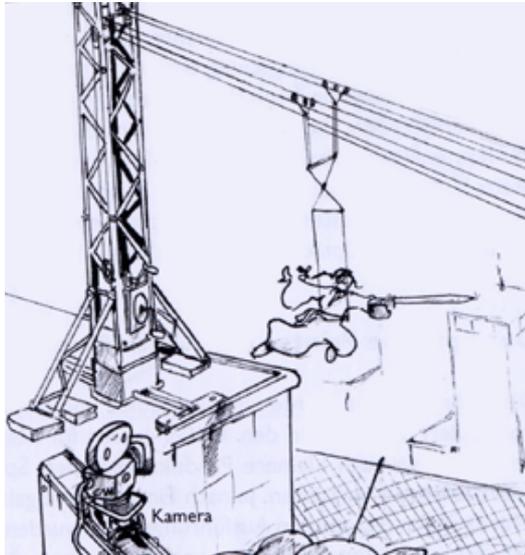


Abb.2.13: Spezialaufhängung für "fliegende" Darsteller [Mul 02]

## 2.2.7 Der optische Printer

Der optische Printer ist ein Gerät, das im Prinzip aus einem oder mehreren Filmprojektoren besteht, die mechanisch an eine Filmkamera gekoppelt sind. So können mehrere Filmstreifen gemeinsam abgefilmt werden. Der erste optische Printer wurde in den frühen 1920er Jahren gebaut.

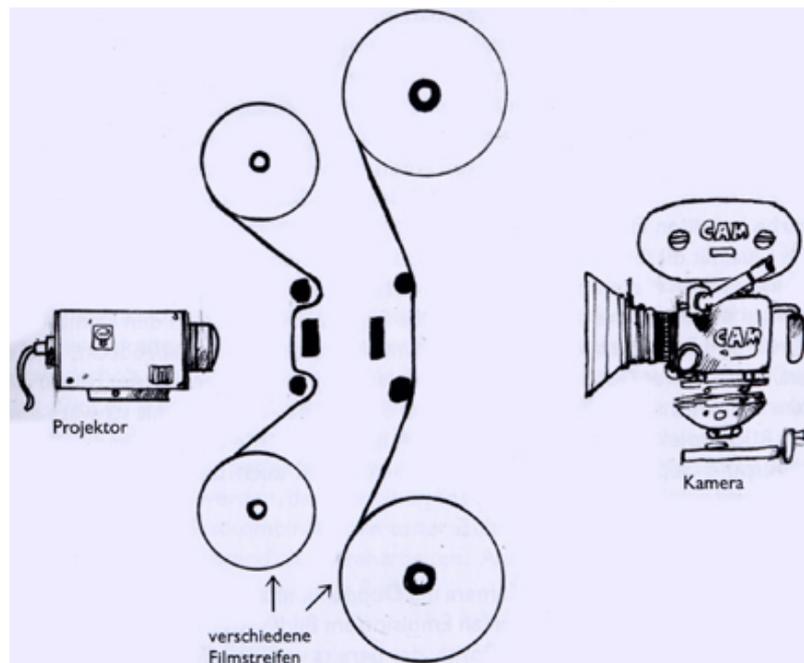


Abb.2.14: Aufbau eines optischen Printers

Es gibt ihn, je nach Einsatzgebiet, in verschiedenen technischen Ausführungen und dient der Herstellung optischer Filmeffekte, dem optischen Kopieren und der Restaurierung alten Filmmaterials.

Unter anderem wird er auch genutzt für:

- Blenden
- Bildvergrößerungen
- Bildverkleinerungen
- Änderung der Bildgeschwindigkeit
- Standbilder
- optische Zooms
- Simulation von Kamerabewegungen
- Bildteilungseffekte
- Mehrfachbelichtungen
- Titeleinblendungen
- Formatumwandlung und
- für Travelling Matte Composites.

Der Nachteil bei der Bildbearbeitung mit einem optischen Printer besteht darin, dass die Bildqualität, also der Kontrast und die Körnigkeit des Bildmaterials, schlechter wird, da die einzelnen Filmstreifen übereinander gelegt werden müssen. Daher werden inzwischen die meisten Anwendungsgebiete des optischen Printers mit der digitalen Bildverarbeitung verwirklicht.

[Mul 02] [Gie 01] [www 08]

### 2.2.8 Modellaufnahmen

Bei Modellaufnahmen werden bestimmte Objekte oder Szenerien als Miniaturen gebaut und gefilmt. Die Modelle sollten so groß gebaut werden, dass genügend Details erkennbar sind und sich diese scharf abbilden lassen. Als Daumenregel gilt: Die Bildgeschwindigkeit pro Sekunde, mit der das Modell aufgenommen wird, entspricht der Quadratwurzel des Modellmaßstabs, multipliziert mit der Normalgeschwindigkeit von 24 Bildern

pro Sekunde. Ein Modell im Maßstab 1:16 muss daher mit einer Bildgeschwindigkeit von 96 Bildern pro Sekunde gedreht werden.

Formel:  $\sqrt{(D/d)}=f$

D: Größe des realen Objektes

d: Größe des Modells

f: Zahl mit der die normale Bildfrequenz multipliziert werden muss

Beispiel:  $\sqrt{16} = 4 \Rightarrow 4 * 24 = 96$

[Mul 02] [Mon 00] [Gie 01]

## 2.2.9 Travelling Matte Composite Photography

Bei dieser Technik werden Objekte oder Darsteller, die sich bewegen, maskiert und freigestellt, um sie mit Aufnahmen zu kombinieren, die an einem anderen Ort oder zu einer anderen Zeit aufgenommen wurden. Zu dieser Technik zählt auch das Colour Difference Travelling Matte System oder auch Bluescreen-Prozess genannt. Dabei agiert der Darsteller vor einer blauen Fläche. Dieser Blauton ist heutzutage genormt und existiert nicht in der Natur und sollte auch nicht in der Kleidung des Schauspielers vorkommen. Früher wurde die Maskenerzeugung mit dem optischen Printer erreicht. Dafür wird das Farbpositiv mit dem Darsteller vor dem Bluescreen in drei Colour Separation Master zerlegt. Das blaue Separation Master wird auf einen

Schwarzweißfilm kopiert. Dadurch entsteht ein Maskenfilm, der den Bereich des Darstellers transparent und den blauen Hintergrund schwarz darstellt.

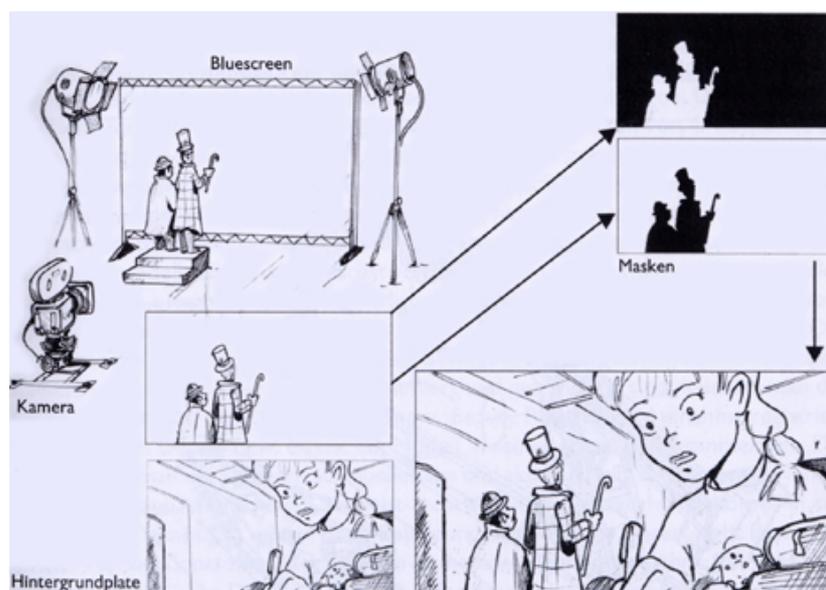


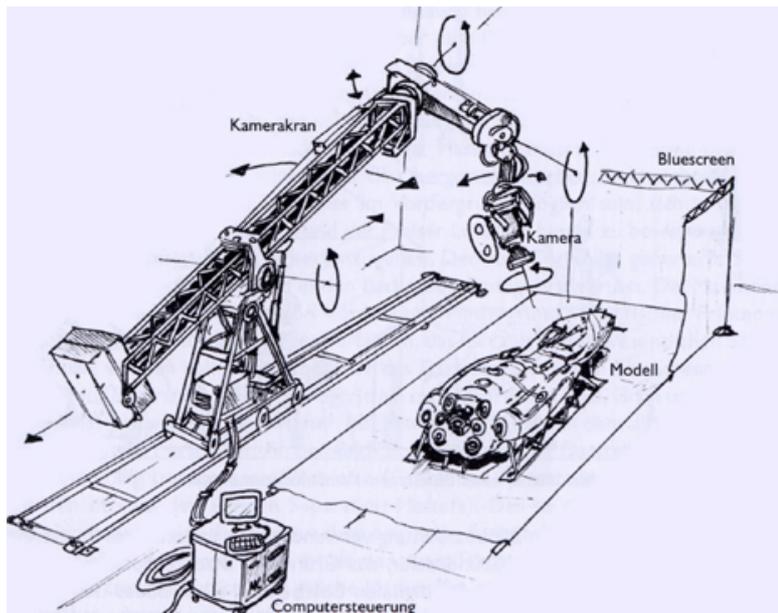
Abb.2.15: vereinfachter Ablauf einer Bluescreen-Aufnahme

Dieser Maskenfilm wird nun dazu genutzt, das Blau aus dem original Farbpositiv zu entfernen. Dadurch erhält man einen Farbfilm, auf dem nur der Darsteller zu sehen ist, der Rest ist transparent. Der Maskenfilm wird nun so umkopiert, dass der Bereich des Darstellers schwarz erscheint und der Rest transparent. Dieser zweite Maskenfilm filtert, in einem optischen Vorgang, aus dem Positivfilm des Hintergrundes die Stelle mit dem Darsteller heraus. Die beiden entstandenen Positivfilme werden danach im optischen Printer zu einer Einstellung kombiniert. Wenn die Maskenfilme ungenau erstellt werden, entsteht eine unruhige Linie entlang der Silhouette des Vordergrundmotives, die man Matte Line nennt. Statt einer blauen Hintergrundfläche werden heutzutage auch oft grüne Hintergrundflächen verwendet. Welche Farbe verwendet wird, hängt aber von dem zu keyenden Objekt ab.

[Mul 02]

## 2.2.10 Motion Control

Motion Control bezeichnet ein Verfahren, bei dem mit Hilfe eines computergesteuerten, mechanischen Systems Kamera- oder Objektbewegungen beliebig oft und exakt wiederholt werden können. Die Bewegung wird dafür programmiert, indem mit einem Joystick einzelne Positionen angesteuert und gespeichert werden. Der Computer generiert daraus eine mathematisch fließende Bewegung zwischen diesen Positionen.



Die Abb.2.16: Aufbau einer Motion-Control-Anlage

Bewegungen können auch komplett über den Computer erstellt und editiert werden. Es kann auch die Brennweite, Schärfe, Blenden und andere Kameraparameter gesteuert und gespeichert werden.

Mit dieser Technik kann der Doppelgängereffekt auch bei Bewegung realisiert werden, beispielsweise bei dem Musikvideo „Come Into My World“ von Kylie Minogue. Menschlich ist die notwendige Präzision für millimetergenaue Bewegung und exakte Einstellung der Kamera, wie Schärfe und Blende, nicht zu erreichen.

Außerdem besteht die Möglichkeit, die Daten des Motion-Control-Systems auszulesen und dann in einem 3D-Programm weiter zu verarbeiten, um Realaufnahmen mit Computer Generated Imagery (CGI)-Material zu kombinieren.

[Mul 02] [Gie 01] [www 11]

### 2.2.11 Stop- und Go-Motion-Animation

Grundlage für diese Technik bildet die Einzelbildaufnahme und der Stoptrick. Bei der Stop-Motion-Animation wird die Position des zu animierenden dreidimensionalen Objektes zwischen jeder Aufnahme eines Einzelbildes per Hand verändert. Wenn der Film in Normalgeschwindigkeit abgespielt wird, entsteht die Illusion einer flüssigen Bewegung. Allerdings fehlt bei dieser Technik die realistische Bewegungsunschärfe, die durch die zu lange Verschlussgeschwindigkeit während der Belichtung normalerweise entsteht.

Für die Stop-Motion-Animation werden Knet- und Plastilinfiguren oder spezielle Gummipuppen mit Metallskelett, aber auch Lego eingesetzt. Zu den bekannten Stop-Motion-Filmen gehören „Wallace & Gromit“, „Chicken Run – Hennen Rennen“ und „Corpse Bride – Hochzeit mit einer Leiche“.

Die Go-Motion-Animation ist eine Weiterentwicklung der Stop-Motion-Animation und entstand in den 1980er Jahren. Mit dieser Technik lassen sich im Gegensatz zu der Stop-Motion-Animation Bewegungsunschärfen erzeugen. Dafür sind Stäbe an bestimmten Punkten der zu animierenden Figur befestigt, die mit Elektromotoren gekoppelt sind.

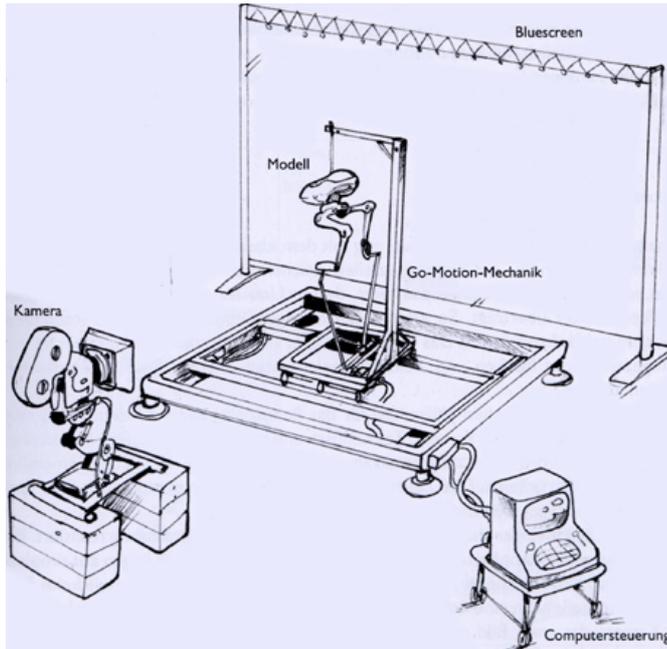


Abb.2.17: Go-Motion-Aufbau

Diese Motoren können wie bei dem Motion-Control-Verfahren angesteuert und die Bewegungsabläufe vorher programmiert werden. Während einer Einzelbildbelichtung wird die Figur dann computerkontrolliert mechanisch bewegt, was eine realistische Bewegungsunschärfe zur Folge hat.

[Mul 02] [www 12] [www 13] [Gie 01]

### 2.2.11.1 Direct Input Device (DID)

DID ist die ursprüngliche Abkürzung für „Dinosaur Input Device“ und steht heute für „Direct Input Device“. Es dient der Kombination von Stop-Motion-Technik und Computeranimation und besteht aus drei Komponenten: einer physikalischen Armatur, einer Steuereinheit und einer Software. Zuerst werden an die Gelenke des Skeletts einer Stop-Motion-Puppe spezielle Sensoren befestigt. Diese Sensoren registrieren alle Rotationen und Bewegungen der Gelenke und senden diese als digitales Signal an die Steuereinheit. Dort wird das Signal gespeichert und in ein vom Rechner interpretierbares Format umgewandelt. Anhand dieser Daten wird mit Hilfe der Software das Computermodell exakt an die Position des technischen Modells angepasst.

[dp04 99]

## 2.2.12 Rotoscoping

Rotoscoping bezeichnet eine zweidimensionale Animationstechnik. Die wichtigsten technischen Hilfsmittel sind eine Rotoscoping-Kamera, die sowohl Bilder aufnehmen als auch projizieren kann, ein Zeichentisch und ein optischer Printer. Man unterscheidet zwei Kategorien von Rotoscoping-Effekten: die „sichtbaren“ und die „unsichtbaren“. Zu den sichtbaren gehören beispielsweise Laserstrahlen, Blitze oder die Lichtschwerter aus dem Film „Krieg der Sterne“. Zu den unsichtbaren gehören Articulated Mattes, Rod Articulated Mattes, Garbage Mattes und Blue Spill Mattes. Mit ihnen werden die Bildteile entfernt, die auf dem endgültigen Film nicht erscheinen sollen.

Wenn man handgezeichnete Travelling Mattes für ein Objekt anfertigt, da ein Bluescreen nicht verwendet werden konnte, nennt man das Articulated Mattes. Die Entfernung der sichtbaren Stäbe bei der Go-Motion-Animation wird Rod Articulated Mattes genannt. Mit Garbage Mattes entfernt man Bildelemente, die zum Studioinventar gehören. Bei dem Bluescreen-Verfahren kann es vorkommen, dass versehentlich blaues Streulicht vom Bluescreen auf den Darsteller fällt. Das würde „Löcher“ in den Abdeckmasken zur Folge haben. Blue Spill Mattes isolieren den Bereich des Darstellers.

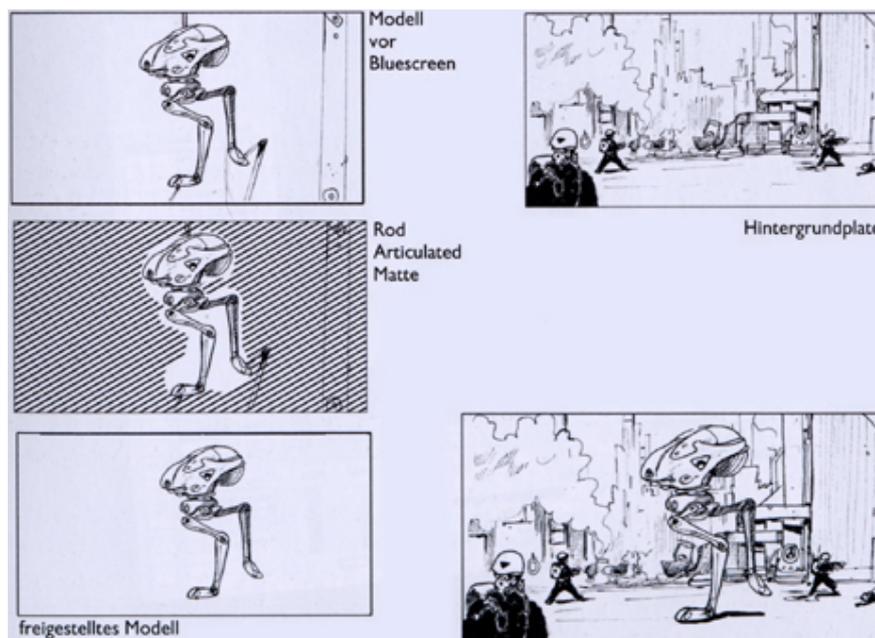


Abb.2.18: Prinzip der Rod Articulated Mattes

Die sichtbaren Rotoscoping-Effekte werden realisiert, indem der entwickelte Film mit der Rotoscoping-Kamera auf den Zeichentisch projiziert wird. Dort wird nun das hinzuzufügende Element auf Papier, Bild für Bild, gezeichnet und an das „Hintergrundbild“ angepasst. Das Blatt wird gelocht und auf der Zeichenfläche mit Metallstiften fixiert. Nach jedem Bild wird der Film in der Kamera zum nächsten Bild weitertransportiert. Nachdem alle Einzelbilder fertig angefertigt sind, werden sie mit der Kamera auf einen unbelichteten Film einzeln abfotografiert. Der entwickelte Positivfilm wird dann auf Negativfilm umkopiert, wobei man noch mit verschiedenen Filtern arbeiten kann. Anschließend wird das Negativ wieder auf Positivfilm kopiert und mit dem Realfilm kombiniert.

[Mul 02] [Mon 00] [Gie 01]

## 2.3 Digitale Effekte

Als digitale Effekte bezeichnet man alle Special Visual Effects, die ausschließlich im Computer entstehen. Hierfür wird das zu bearbeitende Filmmaterial abgetastet und digitalisiert. Es existieren verschiedene digitale Bildbearbeitungstechniken, die fließend ineinander übergehen und miteinander kombiniert werden. Man unterscheidet zum einen die Zweidimensionalen Computer Graphics und zum anderen die Dreidimensionalen Computer Graphics.

Zu den Zweidimensionalen zählt das Digital Painting, das Digital Image Processing und das Digital Image Compositing. Das Retuschieren von Sicherungsseilen, die Beseitigung von störenden Kratzern oder Bildfusseln auf dem Filmmaterial, die Erstellung von zweidimensionalen Animationen von Effekten wie Blitze, Licht und Schatten sowie die Herstellung von Masken zum Kaschieren oder Abdecken von bestimmten Bildteilen gehört in die Kategorie Digital Painting. Die Bearbeitungsmethode Digital Image Processing beinhaltet die Manipulation von Farbe, Kontrast, Sättigung und Schärfe eines Bildes und die Veränderung der Form von Objekten im Bild. Hierzu gehört auch das Morphing, bei dem ein Objekt stufenlos in ein

anderes verwandelt wird. Unter Digital Image Compositing versteht man die Kombination von zwei oder mehreren Elementen zu einem einzigen Bild. Die drei Bearbeitungsmethoden werden teilweise von nur einem Softwarepaket abgedeckt.

Unter Dreidimensionalen Computer Graphics versteht man die Erstellung von Objekten, die im Rechner generiert werden. Für deren Herstellung müssen die Schritte Modelling, Texturing, Animation und Rendering durchgeführt werden.

Die einzelnen Bearbeitungsschritte der Digitalen Effekte werden in den Kapiteln 5.3 und 5.4 anhand des Beispiels „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ genau erläutert.

[Mul 02] [Mon 00]

## 3 Projektmanagement

In diesem Kapitel wird der Projektablauf der Postproduktion beschrieben. Zum einen der Gesamtablauf und zum anderen das genaue Projektmanagement bei Fritz Stoiber Productions.

### 3.1 Gesamtüberblick

Nach den Dreharbeiten beginnt die so genannte Postproduktion. Die Postproduktion umfasst sämtliche Aktionen die nötig sind, um einen bereits abgedrehten Film fertig zu stellen. Es ist der allgemeine Begriff für alle Stadien der Produktion zwischen Rohmaterial und fertigem Filmmaterial.

Gedreht wurde auf Super 16 Film, der Ton wurde dabei separat mit identischem Timecode aufgezeichnet. Der Film sollte im Negativschnitt geschnitten werden. Das Material wurde zunächst in einem Schnittstudio in München im Auftrag der UFA Babelsberg von Andreas Herzog, im so genannten off-line Schnitt, geschnitten. Dies bedeutet, dass das Material erst digitalisiert und dann mit einem Avid-Schnittsystem geschnitten wird, um das empfindliche Negativ nicht zu beschädigen. Dabei werden die späteren Effekt-Szenen noch unbearbeitet bzw. Platzhalter hinein geschnitten. Wenn der Schnitt abgeschlossen ist und alle Szenenlängen, Blenden etc. festgelegt sind, wird eine EDL erstellt. EDL bedeutet „Edit Decision List“ und ist eine von dem Schnittsystem erzeugte Liste, die alle Timecodes der einzelnen Szenen, mit Anfangs- und Endzeitpunkt, enthält.

Außerdem wird der Film auf einem BetaSP-Band und einer DVD mit eingeblendetem Timecode ausgespielt. Dies geschieht zur Kontrolle der Effekt-Szenen und wird in Kapitel 5.5 näher beschrieben.

Als nächstes werden durch die Berliner Firma „PostPerfect“ die Effekt-Szenen abgetastet. Dort wird mit einem „Arriscan Film Scanner“ das Material logarithmisch mit einer 2k-Auflösung abgetastet. Das abgetastete Material wird dann



Abb.3.1: Arriscan Film Scanner

als Cineon DPX-Datei an Fritz Stoiber Productions geliefert. Dort werden dann die Effekt-Szenen bearbeitet, was in den nachfolgenden Kapiteln noch genau erläutert wird.

Nach Abnahme des Feinschnitts erfolgt der eigentliche Negativschnitt. Dabei wird anhand der Schnittliste das Negativ absolut identisch zum Videoschnitt nachgeschnitten. Dies geschieht auf dem so genannten Abziehtisch, der in einem staubarmen Raum steht. Der Negativ-Cutter trägt dabei Baumwollhandschuhe, um das Material nicht zu beschädigen. Mit einem Filmhobel wird nun das Original-Negativ in der richtigen Länge abgeschnitten und im AB-Schnitt, oder auch Checkerboard genannt, verklebt und geschnitten. Dabei wird jeweils eine Szene im A-Band, die folgende im B-Band usw. montiert. Die Zwischenräume werden mit Schwarzfilm aufgefüllt, genauso wie die Effekt-Szenen. Der so entstandene Film wird auf DigiBeta ausgespielt.

Parallel zum Negativschnitt läuft im Tonstudio „SoundShop“ die Vertonung, die Aufnahme der Filmmusik und die Nachsynchronisation.

Bei „PostPerfect“ werden dann die fertigen Effekt-Szenen eingeschnitten, das Colormatching und die Retuschen für den gesamten Film, die Titel- und Untertitel-Einblendungen sowie die Synchronisation von Film und Ton vorgenommen. Da der Film keine Kinoproduktion ist, muss er nicht mehr ausbelichtet werden und der fertige Film wird auf DigiBeta und als DVD an die UFA Babelsberg ausgeliefert.

[www 05] [www 06] [www 07] [Mul 02]

### 3.2 Firmenintern bei Fritz Stoiber Productions

Fritz Stoiber Productions verwendet für das Projektmanagement ein Programm von „missing link Software Solutions GmbH“, das auf die individuellen Bedürfnisse des Projekts angepasst wird. Es ist eine passwortgeschützte Tabelle, die über das Internet zugänglich ist. Zugriff haben der Regisseur, der Kameramann, der Szenenbildner, die Produktion (in diesem Fall die Ufa) und die beteiligten Mitarbeiter von Fritz Stoiber

## Productions.

In der Tabelle können die folgenden Spalten ausgefüllt werden:

Spaltenüberschrift	Beschreibung
FX Shot	hier steht die FX_Nr.
Thumbnails	hier wird ein Bild von der jeweiligen Szene eingefügt, bevor sie bearbeitet wurde
Latest Pictures	hier wird ein Bild oder eine kurze Sequenz eingefügt, die den aktuellen Stand zeigt
Scene Nr.	das ist die Kennziffer für die einzelnen Szenen; sie ist auf der Filmklappe angegeben
Scene Description	hier steht eine kurze Beschreibung der Szene
Duration in sec.	hier steht die Länge der Szene in Sekunden
Frames	hier steht die Länge der Szene in Frames
Additional Info	hier wird angegeben, welche Lichtstimmung in der jeweiligen Szene herrscht; Es können folgende Abkürzungen angegeben werden: ext/day: draußen/Tag ext/night: draußen/Nacht int/day: drinnen/Tag int/night: drinnen/Nacht int/md: drinnen/Morgenstimmung ext/md: draußen/Morgenstimmung ext/ed: draußen/Abendstimmung
Abtastung	hier wird angegeben, ob und in welchem Format das Material abgetastet wurde
VFX Description	hier wird beschrieben, was in den Szenen an Effekten gemacht werden muss
Priority	hier wird die Priorität der einzelnen Szenen angegeben
VFX Progress	hier wird angegeben, in welchem Stadium sich die Szene befindet; z.B. Tracking, Modeling, Animation, Rendering, Compositing oder alles fertig
internal approval	hier wird angegeben, welches Stadium intern abgenommen wurde
director approval	hier wird angegeben, welche Szenen vom Regisseur abgenommen wurden

producer approval	hier wird angegeben, welche Szenen vom Produzenten (der Ufa) abgenommen wurden
internal notes	hier können interne Notizen eingetragen werden
Tracking	hier wird angegeben, welchen Status das Tracking hat; z.B. in Bearbeitung, Probleme, fertig
Modeling	hier wird angegeben, welchen Status das Modeling hat; z.B. in Bearbeitung, Probleme, fertig
Animation	hier wird angegeben, welchen Status die Animation hat; z.B. in Bearbeitung, Probleme, fertig
Rendering	hier wird angegeben, welchen Status das Rendering hat; z.B. in Bearbeitung, Probleme, fertig
Compositing	hier wird angegeben, welchen Status das Compositing hat; z.B. in Bearbeitung, Probleme, fertig

Zuerst habe ich anhand der vom Schnitt gelieferten DVD, BetaSP, EDL und Timecodelisten den Effekt-Szenen eine FX\_Nr. zugewiesen. Szenen mit der selben Scene-Nr. wird die gleiche FX\_Nr. gegeben. Zur Unterscheidung wird ihnen dann ein Buchstabe angehängt. Das kommt vor, wenn eine Einstellung an mehreren aufeinander folgenden Positionen im Schnitt verwendet wird. Die Scene-Nr. ist eine eindeutige Kennzeichnung der Szenen, die auf der Filmklappe angegeben ist. Beispiel: Scene-Nr. II/30/1/4 bedeutet, dass es sich um den zweiten Teil des Films, die 30. Szene, 1. Einstellung und Version 4 handelt. Danach können alle Spalten von mir ausgefüllt werden.

Die Tabelle hat folgende Vorteile: Zum einen dient sie der Übersichtlichkeit, da jeder Beteiligte schnell erkennen kann, was in den einzelnen Szenen bearbeitet werden muss und welchen Status sie schon haben. Zum anderen können immer vom aktuellen Stand Bilder oder kurze Sequenzen hochgeladen werden, die dann vom Regisseur und der Produktion beurteilt werden. So können sie laufend Einfluss nehmen, was sonst aus geografischen Gründen nur schwer möglich ist.

Die folgende Abbildung zeigt einen kleinen Ausschnitt aus der Tabelle:

The screenshot shows a software interface for 'Workflow: Checkpoint Charlie'. The main area contains a table with the following columns: FX Shot, Thumbnails, Latest Pictures, Scene No., Scene Description, Duration in sec., Frames, additional Info, Abtastung, VFX Description, Priority, VFX Progress, internal approval, director approval, producer approval, internal notes, Tracking, Modeling, Animation, Rendering, and Compositing. The table lists six scenes (FX\_009 to FX\_040) with their respective details and status indicators.

FX Shot	Thumbnails	Latest Pictures	Scene No.	Scene Description	Duration in sec.	Frames	additional Info	Abtastung	VFX Description	Priority	VFX Progress	internal approval	director approval	producer approval	internal notes	Tracking	Modeling	Animation	Rendering	Compositing
01: FX_009			1/ 100/ 3/3	Leute steigen aus der Iljuschin	09:01 13:14	35 339	ext/day	scanned	Entfernen von 2 Baukränen hinter dem Flugzeug	normal	all done	all done	-	-		OK	OK	OK	OK	OK
02: FX_010			--	Boeing 737-100 der PAN AM fliegt L/R durchs Bild	07:24	199	ext/day	--	Modelling, Texturing und Animation einer BOEING 737 vor realem BG	normal	all done	all done	-	-		OK	OK	OK	OK	OK
03: FX_020			11/ 30/1/ 4	Checkpoint Charlie Länge Kamerareinstellung beginnt oben rechts und fährt nach unten links, dann auf Schienen vorwärts.	33:01	826	ext/day	scanned	Tracking, Einsetzen der digitalen Modellhäuser, Fahne, Lampen, Autos etc. Himmel, Dunst, Patina, Entfernen der Kameravibrationen, Compositing	normal	all done	all done	-	-		OK	OK	OK	OK	OK
04: FX_030			11/ 30/4/ 3	Touristen an Sektorenschild, die Gruppe wird auf Sara aufmerksam	05:24	149	ext/day	scanned	Tracking, Einsetzen der digitalen Modellhäuser, Fahne, Lampen, Autos etc. Himmel, Dunst, Patina, Compositing	normal	all done	all done	-	-		OK	OK	OK	OK	OK
05: FX_034			11/ 31/1/ 2	P.O.V Sandow durch Fennglas - Totale Sara vor Hausfassade und Menschengruppe	04:16	116	ext/day	scanned	Maske für Fennglas erstellen und Compositing	normal	all done	all done	-	-		OK	OK	OK	OK	OK
06: FX_040			11/ 31/2/ 4	Sandow & Liamig an Glasscheibe, Sandow nimmt das Fennglas herunter	08:07	207	ext/day	scanned	Tracking, Modelling BG, Keying, Compositing	normal	all done	all done	-	-		OK	OK	OK	OK	OK

Abb.3.2: Ausschnitt aus der Tabelle des Projektmanagements

Eine Liste mit allen Effekt-Szenen und deren Beschreibung befindet sich im Anhang als Anlage D.01.

### 3.3 Aufgabenverteilung

Die Koordination aller Aufgaben von Animation und Compositing sowie die Gestaltung und das Supervising ist Aufgabe von Fritz Stoiber.

Alle Arbeiten an dem Compositing-Arbeitsplatz Avid|DS Nitris HD werden von Stephan Braun vorgenommen.

Alle Compositing-Aufgaben, die mit dem Programm Combustion bearbeitet werden, übernimmt Anne Fuhrmann.

Der Bereich Computeranimation wird von Erfried Prenissl und Christian te Kock bearbeitet.

Zu meiner Aufgabe gehörte in der Vorbereitung das Erstellen des Setnachbaus und der virtuellen Häuser in Maya.

In der Postproduktion übernehme ich die Bearbeitung der Szenen FX\_009, FX\_144, FX\_164 und FX\_174 sowie das Retuschieren der Trackingpunkte in einigen Szenen und die Erstellung von einigen Masken, um im Compositing die Hintergründe einsetzen zu können. Meine Hauptaufgabe liegt allerdings in dem 3D-Tracking.

## 4 Vorbereitung

In der Vorbereitungszeit für den Film mussten Animatics anhand des Storyboards angefertigt werden. Ein Storyboard ist eine skizzenhafte Darstellung einzelner Filmszenen aus dem Drehbuch. Nach diesen Skizzen und den dazugehörigen Beschreibungen und Anweisungen werden dann die Story Reels, wie die Animatics auch genannt werden, erstellt. Dafür musste das Set von mir maßstabsgetreu nachgebaut werden. Der Szenenbildner liefert dafür DXF-Dateien vom Grundriss des Sets.

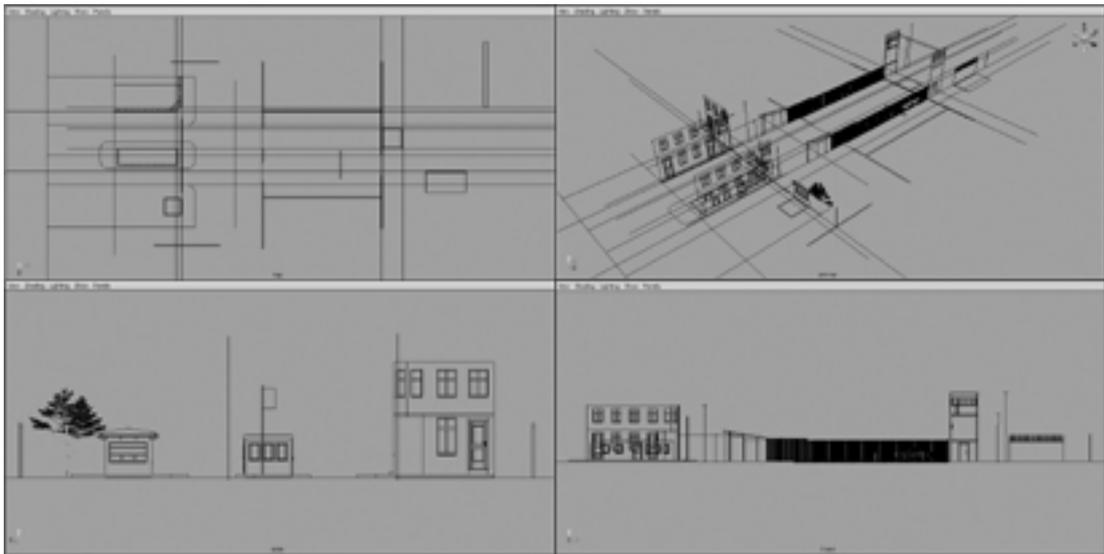


Abb.4.1: Grundriss des Sets in Maya

DXF steht für Drawing Exchange Format und ist ein von der Firma Autodesk spezifiziertes Dateiformat zum Computer Aided Design (CAD)-Datenaustausch. Eine DXF-Datei beschreibt ein CAD-Modell, in unserem Fall den Grundriss des Sets, als Text nach dem Standard ASCII und kann direkt in Maya importiert werden. In Maya wurde nun das Set von mir mit einfachen Geometrien nachgebaut. Ich habe dafür beispielsweise Polygone, Nurbs-Kurven und Planare verwendet. Einige Flächen und Wände entstanden, indem ich zwei Kurven mit „loft“ verbunden habe. Für die Türen und Fenster habe ich zuerst Kurven erstellt mit denen an der entsprechenden Stelle ein Loch in die Wandfläche gestanzt wurde. Das habe ich mit den Befehlen „Project Curve on Surface“ und „Trim Tool“ erreicht. Die Fenster, Türen und entsprechenden Rahmen bestehen aus Kurven in verschiedenen Größen und Positionen, die ich wieder mit „loft“ verbunden



Abb.4.2: Screenshot des Setnachbaus in Maya

und mit „Planar“ ausgefüllt habe. Als Shader wurden den Flächen einfache Blinn- und Lambert-Shader in verschiedenen Farben von mir zugewiesen. Bei den Glasscheiben wird die Transparenz des Blinn-Shaders zurückgenommen. Die Darsteller wurden mit dem Programm Poser erzeugt, exportiert und in Maya importiert. Der Trabi wurde aus einer 3D-Datenbank importiert.

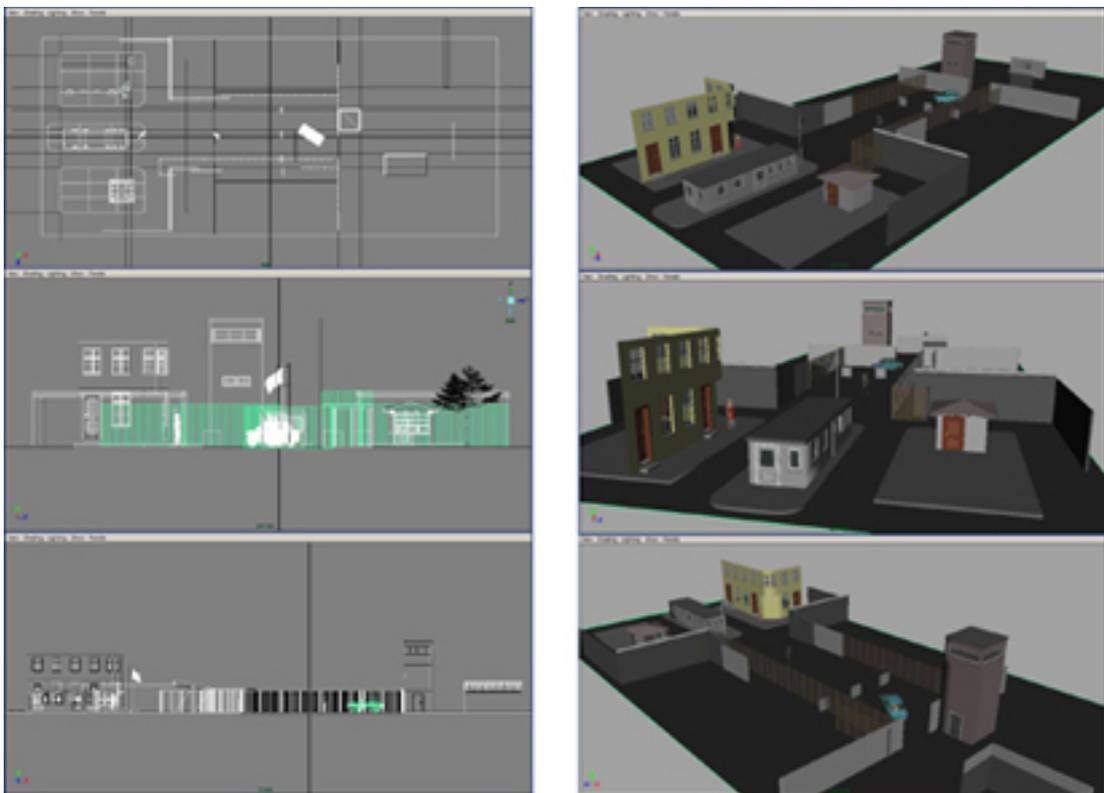


Abb.4.3: Screenshot des Setnachbaus in verschiedenen Ansichten

Die Kamerafahrten und Position der Darsteller wurden nun laut Storyboard animiert. Anhand dieser Animatics kann man erkennen, an welchen Stellen das Set mit Greenscreen erweitert werden muss, um später beispielsweise herausragende Köpfe besser freistellen zu können. Eine genauere Darstellung findet sich in Anlage D.02, beispielsweise bei FX\_050. Dort werden von einigen Effekt-Szenen das Storyboard und Bilder von dem dazugehörigen Animatic gegenübergestellt. Außerdem bekommt man anhand der Animatics ein Gefühl für die Größenverhältnisse. So kann der Regisseur erkennen, ob die Kamerafahrten und Zooms so funktionieren wie er sie geplant hat. Diese Vorgehensweise spart Zeit während der Hauptdreharbeiten.

Fritz Stoiber und Erfried Prenissl waren während der Dreharbeiten für die Effekt-Szenen in Leipzig anwesend und als Visual Effects Supervisor tätig. Sie waren unter anderem dafür zuständig das Grün für den Greenscreen und die Trackingpunkte an den richtigen Positionen anzubringen, Fotos vom Set und von Häusern aus der entsprechenden Zeitepoche zu machen und dafür zu sorgen, dass bei den Kamerafahrten und -schwenks die Postproduktion effektiv und exakt durchgeführt werden kann.

Noch während der Dreharbeiten wurde eine der späteren Effekt-Szenen abgetastet. An dieser Szene wurden unter anderem verschiedene 3D-Tracking-Verfahren von mir getestet: der 3D Tracker von Maya und der 3D Equalizer. Dabei habe ich festgestellt, dass Maya Live nicht zu den gewünschten Ergebnissen führt und in der Umsetzungsphase mit dem 3D Equalizer gearbeitet werden musste. Die ausführliche Erläuterung wird in Kapitel 5.2 vorgenommen. Um diese Tests beurteilen zu können, wurden anhand von Fotos und Bildern verschiedene Häuser in Maya von mir nachgebaut und in die Szene hineingesetzt. Dafür habe ich auf einfache Geometrien Texturen gemappt. Diese Texturen wurden mit dem Programm Photoshop auf Grundlage von verschiedenen Bildern oder Bildvorlagen von mir erstellt. In Kapitel 5.3 werden die genauen Verfahren hierfür erläutert.

[www 14] [www 15]

## 5 Umsetzung

In der Umsetzungsphase durchlaufen die zu bearbeitenden Szenen die Bereiche Tracking und Stabilizing, Computeranimation, Compositing und Schnitt, die in den folgenden Kapiteln genau erläutert werden.

Zunächst werden jedoch die allgemeinen Gegebenheiten, wie beispielsweise das verwendete Filmformat, beschrieben.

### 5.1 Allgemeine Gegebenheiten

Bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ wurden die Effekt-Szenen überwiegend mit Hilfe eines Kamerakrans oder mit einer Handkamera auf Super 16 gedreht. Nur bei der Szene FX\_230 wurde ein Stativ verwendet. Super 16 ist ein Schmalfilm-Format, das häufig für Filmproduktionen verwendet wird. Erfunden wurde dieses Format in den 1970er Jahren von dem schwedischen Kameramann Rune Ericson, der dafür im März 2002 mit dem Technik-Oskar ausgezeichnet wurde.

Super 16-Film hat eine Bildfeldgröße von 12,35 x 7,42 mm und ein Bildseitenverhältnis von 1:1,66. Im Gegensatz zum klassischen 16 mm-Negativ ist der Super 16-Film nur auf einer Seite perforiert und bietet so etwa 40% mehr nutzbare Negativfläche. Dadurch hat der Super 16-Film im Vergleich zum 16 mm-Film eine bessere Auflösung und ein kleineres Korn bei der Projektion auf eine Leinwand, aber auch eine schlechtere Bildstandsstabilität. Darauf wird in Kapitel 5.2 noch näher eingegangen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass Super 16-Filmmaterial nicht so teuer ist wie das Material des 35 mm-Kinostandards. Man spart etwa 60% beim Rohfilm-Einkauf ein. Ein Nachteil jedoch ist, dass Super 16 nicht

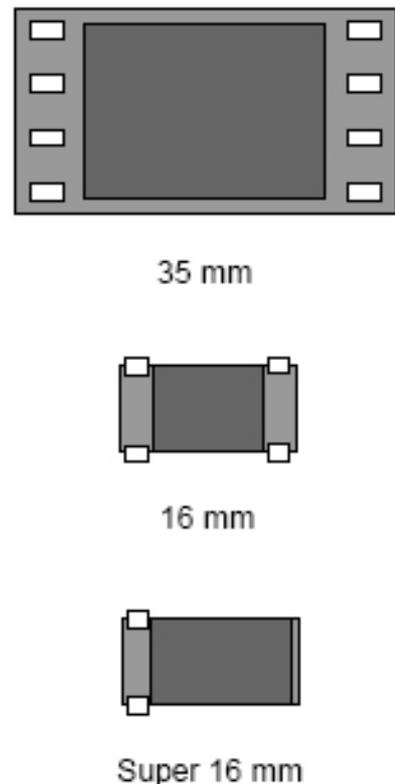


Abb.5.1.1: die einzelnen Filmformate zum Vergleich im Maßstab 1:1

direkt im Kino vorgeführt werden kann, da die Projektoren für dieses Format nicht ausgerüstet sind. Dafür muss das Super 16-Filmmaterial mittels eines Blow-ups auf 35 mm umkopiert werden. Durch einen Blow-up wird das Original optisch auf 35 mm-Film vergrößert, dadurch werden aber beispielsweise auch Staubkörner, Kratzer, Filmkorn oder Unschärfen entsprechend größer sichtbar.

Unter Filmkorn versteht man das kleinste chemische Teilchen, aus dem die Filmemulsion besteht. Bei einer starken Vergrößerung des Films zum Beispiel durch die Projektion auf eine Leinwand wird das Filmkorn als Rauschen sichtbar. Bei der Herstellung von Film werden die Silberhalogenide als feine Partikel in einer Gelatineschicht auf das Trägermaterial gegossen. Die Silberhalogenid-Kristalle, heute auch Mikrokristalle, sind lichtempfindlich und ihre Größe ist sehr unterschiedlich, aber meistens kleiner als 1/1000 mm. Je lichtempfindlicher das Filmmaterial ist, desto größer ist das Filmkorn. Das

Trägermaterial besteht aus Acetat oder Polyester. Da die Silberhalogenid-Kristalle zufällig angeordnet sind, verändert sich das Filmkorn leicht von Bild zu Bild, wodurch die Aufnahmen lebendig und natürlich wirken. Dadurch entsteht der typische Filmlook, der für die



Abb.5.1.2: Filmkorn im Blaukanal am Beispiel FX\_150

Atmosphäre eines Films entscheidend ist. Digitale Aufnahmen oder CGI-Material bestehen aus quadratischen Pixeln, welche sich immer an der gleichen Position befinden, dadurch entsteht ein kalter, steriler Eindruck. Sichtbar wird das insbesondere dann, wenn man CGI-Material und Filmmaterial kombiniert, wie im Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“. Deshalb wird das CGI-Material mit einem künstlichen bewegten Korn versehen. Sichtbar wird das Filmkorn besonders im Blaukanal, wodurch man das CGI-Material gut an das Filmmaterial anpassen kann.

Um das Filmmaterial in der Postproduktion bearbeiten zu können, muss es im Kopierwerk abgetastet werden. Anhand der EDL, die vom Schnitt geliefert wird, werden alle Effekt-Szenen und die Zusprieler in einer 2k-Auflösung logarithmisch abgetastet. Für die spätere Bearbeitung ist es wichtig, dass die Szenen nicht schnittgenau, sondern vor und nach dem Schnitt mit einigen Frames mehr abgetastet werden. Auf die Hintergründe wird in Kapitel 5.4 eingegangen. Das gleiche gilt für die Zusprieler für die Greenscreen-Szenen, FX\_040, FX\_100, FX\_120, FX\_180, FX\_190, FX\_200 und FX\_210.

Bei früheren Filmabtastern ließ man den Film durch einen Projektor laufen, dessen Bilder wurden dann in eine Videokamera projiziert. Die Bildröhren der Kameras speicherten das Bild auf Speicherplatten, die wiederum von einem Elektronenstrahl abgetastet wurden. Neuere Filmabtaster arbeiten mit einem kontinuierlichen Filmtransport, wobei das Bild Linie für Linie oder Spot für Spot abgetastet wird. Sie sind häufig für verschiedene Filmformate und Bildfenster geeignet. Der Filmbereich wird durch transparente Abdecktüren verschlossen, um den Film vor Staub zu schützen. Zusätzlich wird der Film vor der Verwendung gereinigt, damit kein Staub- und Schmutzpartikel mit abgetastet und auf der Abtastung sichtbar werden. Manche Abtaster können die Zahl der Filmbilder an die unterschiedlichen Fernsehformate anpassen. Für das amerikanische Fernsehsystem werden Filme, die mit 24 Bildern pro Sekunde gedreht worden sind, auf 30 Bilder pro Sekunde gestreckt. Dafür wird die 3:2-Pulldown-Konvertierung verwendet. Hierbei werden aus vier Vollbildern durch wechselnde zweifache oder dreifache Vervielfältigung, wie in Abbildung 5.1.3 zu sehen ist, zehn Halbbilder generiert. Nachdem dieser

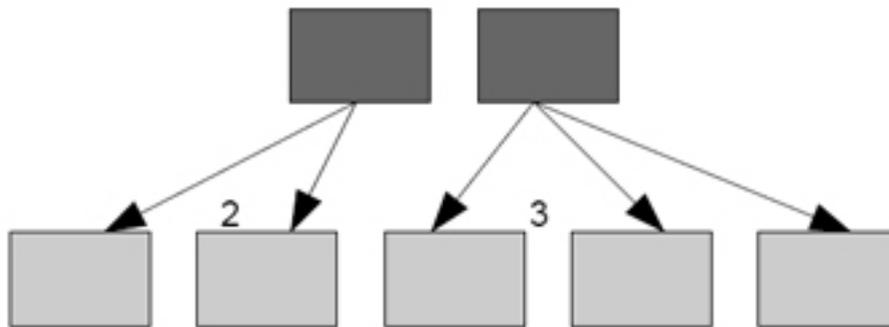


Abb.5.1.3: 3:2-Pulldown-Konvertierung

Vorgang sechs mal wiederholt wurde, erhält man aus 24 Vollbildern 60 Halbbilder pro Sekunde. Für Europa ist eine so massive Manipulation nicht erforderlich, da Fernsehbilder mit 25 Bildern pro Sekunde ablaufen, können die Filme 1:1 abgetastet werden. Im Fernsehen laufen die Filme dann geringfügig schneller als im Kino, dies wird jedoch kaum wahrgenommen. Heutige Abtaster speichern das Ergebnis nicht mehr als Videosignal, sondern als Datei. Dabei wird der Film Vollbild für Vollbild abgetastet. Egal welches Verfahren verwendet wird, es müssen noch während oder im Anschluss an die Abtastung mit dem Color-Matching-Verfahren die einzelnen Einstellungen farbkorrigiert werden, um den Original Farbton zu erhalten. Bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ werden die abgetasteten Bilder als DPX-Datei auf einer Festplatte abgespeichert. DPX steht für Digital Moving-Picture Exchange. Dieses Dateiformat hat den Vorteil, dass es Metadaten speichern kann, beispielsweise den Dateinamen, die Bittiefe, die Erststellungszeit, die Dateigröße in Byte, die Pixel pro Linie und die Linien pro Bildelement sowie den Timecode, der für dieses Projekt besonders wichtig ist.

Während der gesamten Verarbeitung wird mit der vollen Auflösung von 2048 x 1240 gearbeitet. Alle Effekt-Szenen werden dann im Avid|DS mit HD-Auflösung von 1920 x 1080 auf HDCAM zur Archivierung ausgespielt. Außerdem dienen diese Bänder dem Schnitt, um die Effekt-Szenen in den Avid einzulesen, siehe Kapitel 5.5. „PostPerfekt“, die die fertigen Effekt-Szenen zu weiteren Verarbeitung erhalten, bekommen diese auf DigiBeta in PAL-Auflösung von 720 x 576.

[www 18][www 19][www 20][www 21][www 22][www 23]

## 5.2 Tracking und Stabilizing

Ein Tracking wird immer dann nötig, wenn die Kamera sich bewegt und in der Postproduktion nachträglich Elemente in diese Bilder eingesetzt werden. Zu diesen Bewegungen zählen sowohl Kameranews und -fahrten wie auch verwackelte Bilder. Doch auch bei Drehs mit Stativ und ohne jegliche Bewegung kann es zu einer minimalen Bewegung des Bildes kommen, die erst wahrgenommen wird, wenn man völlig stillstehende Referenzpunkte wie Schrift oder ein computergeneriertes Modell hinzufügt. Der Film „schwimmt“ dann unter dem eingefügten Element. Dieser Effekt entsteht in erster Linie beim Drehen auf Film, da der Filmtransport zu einer gewissen Instabilität des Bildes führt, weshalb man solche Bilder dann stabilisiert.

### 5.2.1 Tracking

Die Aufgabe beim Tracking ist es, einen Pfad zu erstellen, der die Bewegung der Kamera in der jeweiligen Szene nachempfunden. Dieser Bewegungspfad kann anschließend auf die einzufügenden digitalen Elemente übertragen werden, so dass sich diese synchron mit dem real gedrehten Bildmaterial mitbewegen.

Man unterscheidet dabei zwischen 2D-Tracking und 3D-Tracking.

#### 5.2.1.1 2D-Tracking

Hierbei wird der Bewegungspfad in der zweidimensionalen Ebene bestimmt. Hierfür werden an zwei markanten Punkten so genannte Marker platziert. Diese Punkte können extra angebrachte Trackingpunkte sein oder auch natürliche Bildelemente, die sehr kontrastreich sein sollten. Außerdem sollten sie möglichst weit auseinander liegen. Die Punkte dürfen nicht auf sich bewegende Objekte angebracht werden, da dies den eigentlichen Bewegungspfad verfälscht.



Abb.5.2.1: Beispiel von geeigneten Trackingpunkten

Es kann eingestellt werden, welche Parameter beim Tracken berücksichtigt werden, beispielsweise Position, Scale und Rotation. Bei dem Programm Combustion 4 von Discreet kann man außerdem noch die Toleranz einstellen, mit der die Punkte verfolgt werden. Diese sollte in dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ etwas herunter gestellt werden, damit die Software auf Grund der Filmkörnung sonst abgelenkt werden kann.

Außerdem kann die Reference angegeben werden, mit welchem Punkt der Marker verglichen werden soll. Entweder kann er über die ganze Zeit mit dem ersten ausgewählten Punkt verglichen werden oder immer mit dem vorherigen Punkt. Diese Einstellung ist besonders wichtig bei Material mit Bewegungsunschärfe.



Abb.5.2.2: Menü des Trackers in Combustion

Wenn alle Einstellungen vorgenommen worden sind, verfolgt die Software die festgelegten Punkte und erstellt so einen Bewegungspfad. Falls die Software einen Punkt verliert, kann dieser per Hand korrigiert werden.

Außerdem ist es erforderlich, dass immer zwei Punkte getrackt werden. Dies macht es manchmal erforderlich, die Berechnung zu unterbrechen und neue Punkte zu setzen.

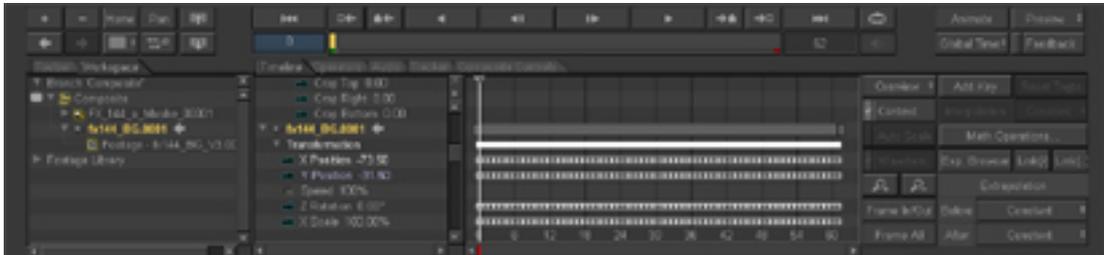


Abb.5.2.3: Timeline in Combustion mit allen ermittelten Punkten nach dem Tracking

Am Schluss kann mit mathematischen Operationen der Bewegungspfad begradigt oder nur einzelne Punkte verschoben oder gelöscht werden.

Das 2D-Tracking kann auch nur mit einem Marker oder mit vier Markern durchgeführt werden. Dabei kann bei einem Marker nur die Position in vertikaler und horizontaler Richtung bestimmt werden und vier Marker werden bei dem so genannten „corner pinning“ verwendet, um zum Beispiel ein Schild zu ersetzen.

In dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ wurde das 2D-Tracking mit dem Programm Combustion 4 von Discreet und am Avid|DS Nitris HD durchgeführt. AfterEffects 6.0 von Adobe kam hierbei nicht zum Einsatz, da es nicht die benötigte Genauigkeit liefert und nicht so viele Einstellungsmöglichkeiten bietet wie die beiden Alternativen.

### 5.2.1.2 3D-Tracking

Das 3D-Tracking stellt die Voraussetzung dar, um Realaufnahmen mit CGI-Material kombinieren zu können.

Dafür gibt es drei Möglichkeiten:

1. Man passt das CGI-Material von Hand in die Realaufnahmen ein. Diese Methode ist sehr zeitaufwendig und führt je nach Komplexität der Szene und der Kamerabewegung zu unbefriedigenden Ergebnissen, da das menschliche Auge sehr empfindlich auf perspektivische Fehler reagiert und noch so gute Animationen im Gesamtergebnis nach dem Compositing nicht mehr wirken.

2. Das Motion-Control-Verfahren. Hierbei wird, wie in Kapitel 2.2.10 genauer erklärt wird, die Kamerabewegung nicht nachträglich aus der aufgenommenen Bildsequenz ermittelt, sondern die Kamerabewegung vorher exakt programmiert. Dadurch können Kamerafahrten beliebig oft in exakt der gleichen Art und Weise wiederholt werden. Eine Motion-Control-Kamera kann aber nur die Daten liefern, die zuvor programmiert worden sind. Unebenheiten im Boden beziehungsweise auf den Kameraschienen oder andere Erschütterungen während der Aufnahme sind zwar im Bild, aber nicht in den Kameradaten enthalten.

3. Die Software-Lösung. Hierbei wird anhand markanten Punkten im Bild die Kamerabewegung im Raum nachträglich berechnet.

Bei dem Modul „Maya Live“ von Maya beispielsweise, können Matchmoving-Aufgaben direkt in der Oberfläche von Maya erledigt werden. Das hat den Vorteil, dass die exportierten Daten direkt in Maya übernommen werden können und es zu keinen Fehlern kommen kann. Allerdings arbeitet „Maya Live“ nur mit Maya zusammen, so dass man eine Maya Lizenz haben muss, um mit „Maya Live“ arbeiten zu können. Außerdem blockiert die Arbeit mit „Maya Live“ die Lizenz zum Modellieren, Animieren oder Rendern. Normalerweise können die Arbeiten vom Tracken und dem Modelling parallel laufen.

Bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ war ich für das 3D-Tracking zuständig. In der Vorbereitungszeit für den Film haben Trackingtests ergeben, dass „Maya Live“ nicht zu den gewünschten Ergebnissen führt, da das Filmmaterial zu körnig und kontrastarm für die Berechnung in „Maya Live“ ist.

Aus diesem Grund habe ich mit dem Programm 3D-Equalizer Version 3 Release 4b6, das auf einem Rechner unter Linux Suse 7.1 läuft, gearbeitet.

Der 3D-Equalizer (3DE) ist ein Softwareprogramm, welches von einer deutschen Firma entwickelt wurde und es ist ein 3D-Kamera-Tracker, der in der Lage ist, mit Hilfe von Trackingpunkten aus dem aufgenommenen Material die Kamerabewegung zu analysieren und in 3D-Koordinaten

umzurechnen.

Die 3D-Daten können benutzt werden um:

- ein 3D-Objekt in eine Realszene zu integrieren
- ein reales Objekt in eine virtuelle 3D-Welt zu integrieren
- ein gerendertes Objekt mit einem realen fest zu verbinden.

In älteren Versionen war es für die Berechnung noch erforderlich die genaue Lage der Trackingpunkte im Raum zu kennen. Die Genauigkeit der Vermessung entschied hierbei über das Ergebnis. Die größte Schwierigkeit bestand darin, sicherzustellen das die gesetzten Marker mit den Trackingpunkten in der realen Szenen genau übereinstimmen.

Mit diesem Verfahren können auch Aufnahmen mit wenig perspektivischen Informationen getrackt werden. Es ist auch einsetzbar, wenn die Abmessungen eines realen Objekts exakt bekannt sind und dieses in eine 3D-Szene übernommen werden soll. Dieses Verfahren wird User Defined Positions Method (UDPM) genannt.

Bei dem zweiten Verfahren, dem Distance Constraint Method (DCM), reicht es aus, die Abstände einiger Punkte zueinander zu kennen. Die Software ermittelt aus diesen Informationen zusammen mit den Tracking-Daten ein geometrisches Modell der Szene, das bei der Analyse der Kamerafahrt verwendet wird.

Bei den neueren Versionen des 3DE ist das Verfahren Distance Constraint Free Method (DCFM) integriert, bei dem keinerlei Geometrieangaben vorliegen müssen. Falls Punktkoordinaten oder Abstände bekannt sind, können diese als Randbedingungen angegeben werden. Man unterscheidet dabei zwischen „Distance“, dabei wird der Abstand zweier Punkte zueinander angegeben, und „Plane Constraints“, wobei alle angegebenen Punkte in einer Ebene liegen. Außerdem können so genannte Referenzbilder angegeben werden. Darauf wird in diesem Kapitel später noch genauer eingegangen.

Ansonsten ist für dieses Verfahren nur eine ausreichende Anzahl an Trackingpunkten erforderlich. Es ist interessanter Weise genauer als die beiden Vorangegangenen. Probleme gibt es bei diesem Verfahren, wenn sich beispielsweise die Kamera nicht bewegt und oder die Trackingpunkte

und das einzufügende CG-Objekt sehr weit von der Kamera entfernt sind.

Das vierte Verfahren, das Fixed Camera Position Method (FCPM), wird eingesetzt, wenn sich die Kamera nicht bewegt, dabei sind nur Kameranachrichten möglich, oder die Trackingpunkte weit von der Kamera entfernt sind und keine Referenzbilder zur Verfügung stehen.

Dieser Algorithmus liefert andere Ergebnisse als die bisherigen drei Verfahren. Bei ihnen werden die exakten Punktkoordinaten ermittelt. Die FCPM hingegen berechnet die relative Bewegung beziehungsweise Richtung eines Punktes bezogen auf die Kamera. Da die Kameraposition als fest angesehen werden darf, reicht diese Information für das Einfügen der CG-Objekte aus.

Bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ kommt das DCFM Verfahren zum Einsatz, da sich unter anderem die Kameraposition verändert und wir den so genannten „camera motion path“ für die weitere Bearbeitung errechnen lassen wollen.

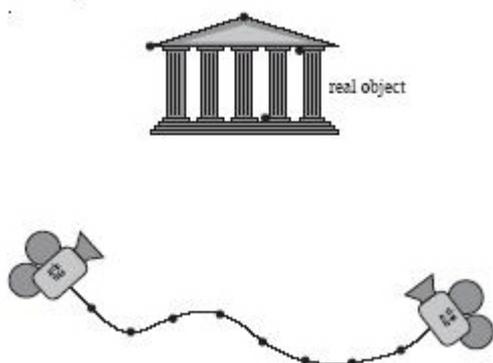


Abb.2.4: Beispiel: "camera motion path"

Ein „camera motion path“ von einer Sequenz ist eine Folge von allen Kamerapositionen und Kameraorientierungen für einen bestimmten Shot.

Für diese Berechnung ist der folgende Arbeitsablauf erforderlich:

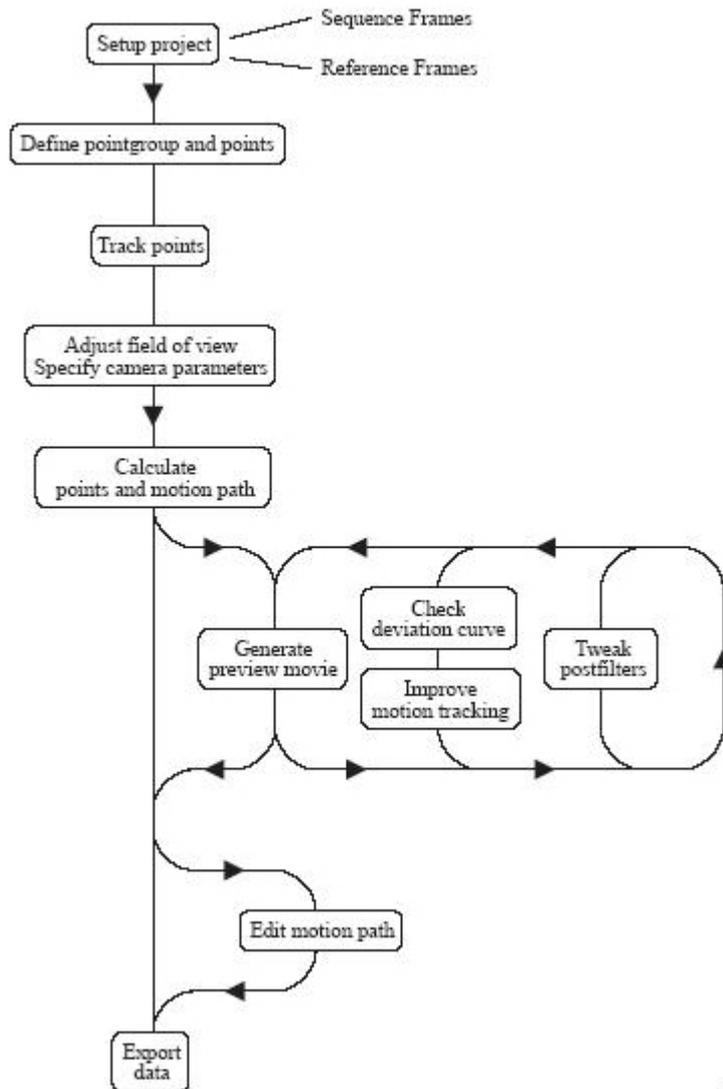


Abb.2.5: Arbeitsablauf im 3D-Equalizer

Zuerst wird dabei ein neues Projekt angelegt, wofür die Sequenz festgelegt wird. Eine Sequenz ist eine Folge von „frames“, die den Bildinhalt kontinuierlich über die gesamte Zeit wiedergeben, dabei verändern sich die Bildinhalte mehr oder weniger ununterbrochen. Mit anderen Worten, weder die Kameraposition und -orientierung noch die der aufgenommenen Objekte „springen“ von „frame“ zu „frame“. Diese werden im 3DE „sequenz frames“ genannt. Sie können durch so genannte „reference frames“ ergänzt werden. Diese sind einzelne Aufnahmen, wie beispielsweise Fotos, von der realen

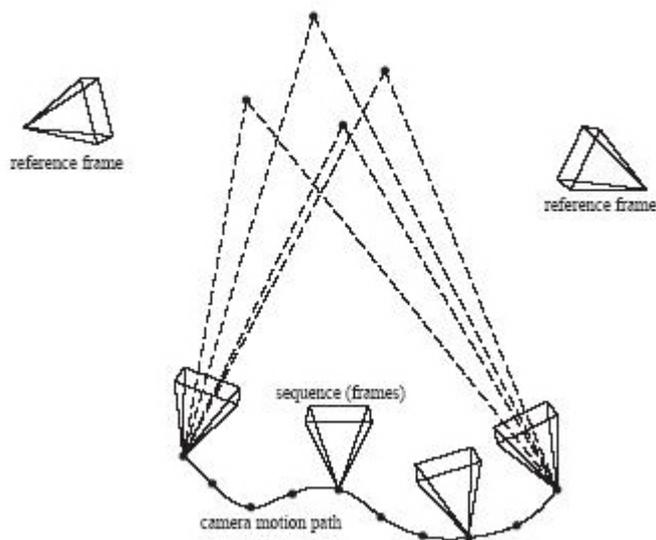


Abb.2.6: Beispiel: "sequenz frames und reference frames"

Szene oder einigen realen Objekten. Es müssen auf mindestens zwei „reference frames“ sechs Punkte gesetzt sein, wobei diese beiden Frames sich in der Perspektive soweit wie möglich unterscheiden sollten.

Beim Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ habe ich nur mit „sequenz frames“ gearbeitet.

Der folgende Schritt, in dem Arbeitsablauf ist es eine „Pointgroup“ zu erstellen. Man unterscheidet zwischen „camera point group“ und „object point group“. Bei der „object point group“ definiert man Punkte auf sich bewegendem Objekten, um diese zum Beispiel durch ein CG-Objekt zu ersetzen. Bei der „camera point group“ werden Punkte auf feststehenden Objekten innerhalb der Szene platziert und man erhält dadurch nach der Berechnung den „camera motion path“, was im Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ erforderlich ist. Dabei kann es höchstens eine „camera point group“ geben, aber im Prinzip eine willkürliche Anzahl von „object point groups“. In dieser „Pointgroup“ werden dann die einzelnen Punkte zusammengefasst.

Als nächstes kommt der Arbeitsschritt „track points“. Dieser Punkt umfasst einige Verfahren, in denen einige Funktionen der Software beteiligt sein können. Zum Beispiel wird hier die zu verwendende Methode ausgewählt, Keyframes gesetzt, vorwärts und rückwärts getrackt und die Bildkontrolle verwendet.

3DE verwendet unterschiedliche Methoden zum Tracken, beispielsweise das Pattern-Tracking oder das Marker-Tracking.

Für den Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ kam das Marker-Tracking

zum Einsatz.

Ein Marker ist dabei ein möglichst gut vom Hintergrund abgrenzbarer Punkt, der einfarbig ist. 3DE kann aber auch innerhalb bestimmter Grenzen Nichtgleichförmigkeiten, die beispielsweise durch die Beleuchtung entstehen, ausgleichen.

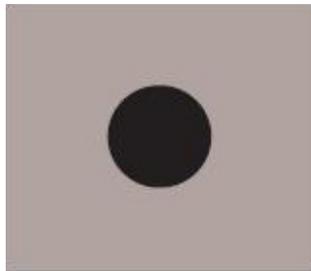


Abb.5.2.7: Beispiel: Marker

Um das Suchmuster für das Tracking eines



Abb.5.2.8: Beispiel:  
Nichtgleichförmiger Marker

Markers zu spezifizieren, ist zu beachten, dass der Marker im Suchmuster völlig enthalten ist und nicht die Ränder im Suchbereich berühren, was in Abbildung 5.2.9 zu erkennen ist.

Beim MarkerTracking versucht der 3DE das Suchmuster (Volllinie) von einem Frame (frame j) innerhalb des Suchbereichs (punktirierte Linie) des Frames zu erkennen, das gerade getrackt wird (frame j+1). Wenn der Bereich, der den Marker enthält, gefunden wurde,

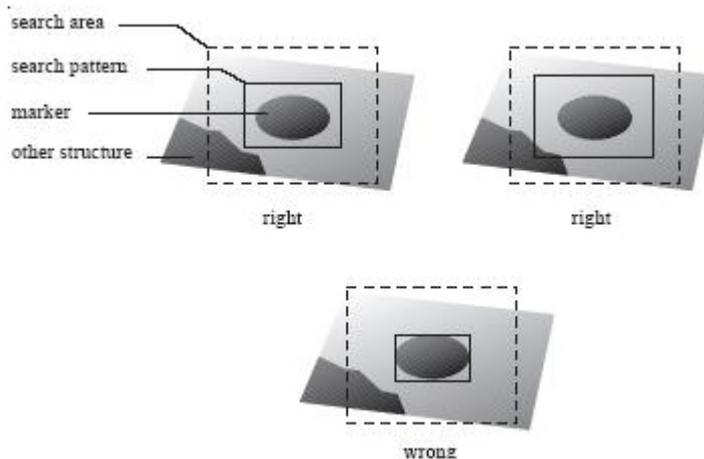


Abb.5.2.9: Beispiel: Suchmuster für das Marker-Tracking festlegen

errechnet 3DE die Mitte des Markers und so wird das TrackingVerfahren für diesen Frame fertiggestellt.

Die beiden Suchbereiche können je nach Marker in der Größe angepasst und verschoben werden. Die Steuerung ist in Abbildung 2.5.10 zu sehen.

Für die Berechnung des Bewegungspfads müssen in jedem Frame mindestens sechs Marker gesetzt werden. Allerdings

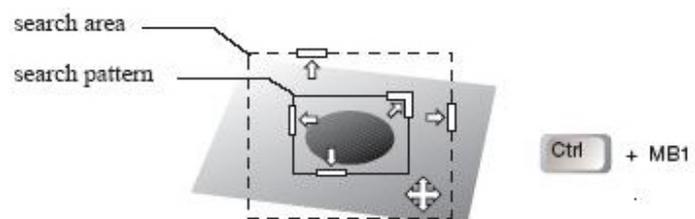


Abb.5.2.10: Steuerung um den Suchbereiche anzupassen

sind nicht alle Trackingpunkte über die gesamte Sequenz ununterbrochen zu

sehen. In diesen Fällen müssen diese Punkte an den entsprechenden Stellen herausgenommen werden.

Das Bearbeitungsverfahren mit gültigen und ungültigen Bildpunkten wird im folgenden Beispielszenarium, aus dem Handbuch des 3DE, erläutert:

Es ist eine Sequenz mit 100 Frames gegeben und es soll ein Punkt auf einem bewegten Objekt getrackt werden. In einigen Frames wird der Punkt durch irgendein Hindernis verdeckt und kann somit nicht getrackt werden.

Der Punkt ist zum Beispiel in den Frames 10 – 40 und 60 – 90 sichtbar und in den Frames 1 – 9, 41 – 59, 91 – 100 nicht sichtbar.

Keyframes werden in den Frames 10, 25, 40, 60, 75 und 90 gesetzt, wobei der erste Keyframe eines Punktes automatisch als Startframe definiert wird.

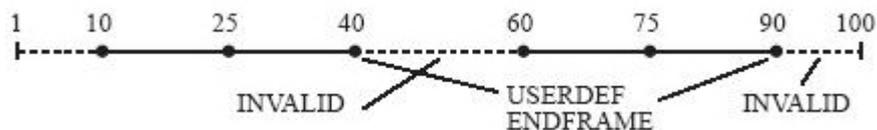
Die Situation wird in der folgenden Darstellung veranschaulicht:



Da in den dazwischenliegenden Frames keine Information über die Bildpunkte vorhanden sind, verwendet 3DE einige Interpolationsverfahren um die Position der Punkte zu ermitteln. Dadurch wird für den Punkt ein Bewegungspfad erstellt, der dem „original“ sehr nahe kommt.

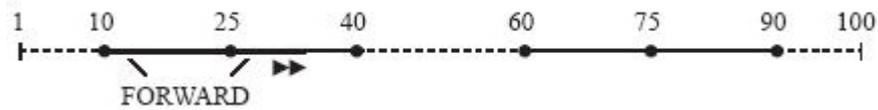
Die Bildpunkte in den Frames 41 – 59 und 91 – 100 müssen als unzulässig (invalid) definiert werden, da dort der Punkt durch ein Hindernis verdeckt wird. Das macht man, indem der Punkt in Frame 40 und 90 als Endpunkte gekennzeichnet werden. Dadurch wird der Frame 60 automatisch zu einem Startframe des Punktes.

Die Situation sieht nun so aus:



Wenn der Punkt getrackt wird, wird auf die Einstellung des Parameters zugegriffen. Es wird im folgenden der Fall betrachtet das vorwärts und rückwärts getrackt wird, da alle weiteren Fälle logisch darin enthalten sind.

Der 3DE beginnt das Tracking mit Frame 11 und die Situation sieht so aus:



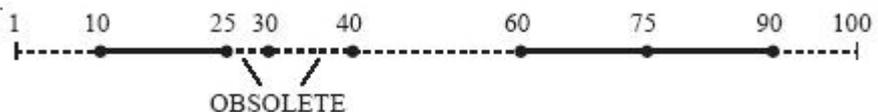
Die Bildpunkte, die schon getrackt wurden, erhalten den Parameter „forward“. Nach Frame 89 passiert das gleich in der anderen Richtung:



Der Parameterstatus wechselt nun von „forward“ in „tracked“. Das Ergebnis sieht so aus:



Es kann vorkommen, dass die Position eines Bildpunktes in einem Frame von Hand korrigiert oder ein weiterer Keyframe gesetzt werden muss. Dabei verliert das Programm die entsprechenden Informationen in dem betroffenen Abschnitt, und der Parameter wird auf „obsolete“ (veraltet) gesetzt. Wenn man in Frame 30 einen weiteren Keyframe einfügt erhält man folgende Darstellung:



Nach dem erneuten starten des Trackings, bearbeitet der 3DE die Frames 26 – 29 und 31 – 39 noch einmal neu und man erhält wieder ein Endergebnis. Gleiches passiert wenn ein gesetzter Keyframe geändert oder entfernt wird.

Der Vorteil des MarkerTrackings im Vergleich zum PatternTracking liegt in der höheren Präzision. Die Position des getrackten Bildpunktes in dem aktuellen Frame kommt beim PatternTracking auf die Position des Bildpunktes im vorherigen Frame drauf an. Dadurch summieren sich die Abweichungen zur korrekten Position im Laufe der Zeit auf.

Beim MarkerTracking werden zwar auch die benachbarten Frames verglichen, allerdings wird hier die korrekte Position gefunden, da zusätzlich

noch die Mitte des Markers ermittelt wird. Dadurch ist das MarkerTracking über die gesamte Zeit gesehen beständiger.

Häufig ist es auch möglich, Gegenstände als Marker zu tracken, die nicht die Bedingungen eines Markers erfüllen, wie beispielsweise Straßenlampen, Ampeln, Fenster, etc. In diesen Fällen kann die Bildkontrolle verwendet werden, mit der zum Beispiel der Kontrast des Bildmaterials erhöht werden kann.

Da ich bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ fast ausschließlich mit diesen so genannten natürlichen Markern arbeiten musste, wird das Material vorher mit einem Blur versehen, damit der Tracker durch das starke Filmkorn nicht zu sehr abgelenkt wird.

Als nächsten Arbeitsschritt wird das so genannte „field of view“ und die Kameraparameter festgelegt.

Die Kameraparameter wie Filmback, Brennweite, Film- und Pixel Aspect, horizontaler und vertikaler Winkel und die Linsenverzerrung hängen alle von einander ab, so dass nicht alle Parameter eingetragen werden müssen. Der 3DE lässt es auch nicht zu, alle Parameter selber einzutragen, damit die Werte immer konstante Kamerageometrien repräsentieren, auch wenn sie dadurch nicht 100% mit dem übereinstimmen, was in der Szene verwendet wurde.

Beispielsweise kann man entweder den Film Aspect oder den Pixel Aspect festlegen. Außerdem hängen die Parameter Brennweite, Filmback Höhe und vertikaler Winkel zusammen. Genauso wie Brennweite, Filmback Breite und der horizontale Winkel.

In den Feldern kann jeweils eingestellt werden, ob der Parameter „fixed“ ist und dadurch nicht verändert werden darf, „unknown“ und damit vom System errechnet wird oder „fine adjust“, was bedeutet, dass der Wert ungefähr dem richtigen entspricht, aber noch genau berechnet werden muss.

Bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ habe ich den Pixel Aspect auf eins festgesetzt und damit ist der Film Aspect automatisch 1,65. Außerdem habe ich die Brennweite als „fixed“ angegeben, die während der Dreharbeiten zu jeder Szene und Einstellung notiert wurde. Durch das

Filmmaterial ergibt sich eine Filmback Breite von 0,95883 cm und daraus automatisch die Höhe von 0,58054 cm. Der horizontale und vertikale Winkel ergeben sich entsprechend aus den Angaben. Die Linsenverzerrung habe ich auf „unknown“ eingestellt und so vom Programm berechnen lassen.

In der folgenden Abbildung sieht man den Zusammenhang zwischen Filmback und dem „field of view“:

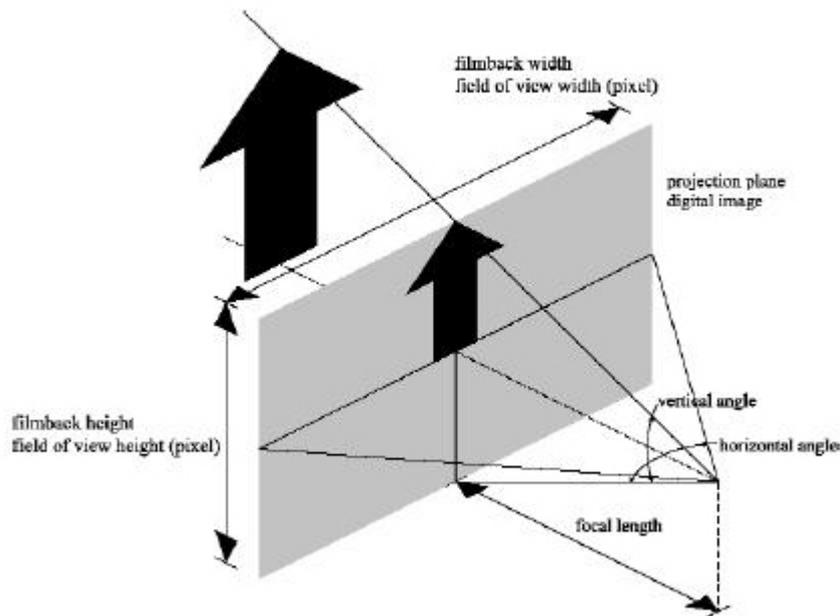


Abb.5.2.11: Zusammenhang zwischen Filmback und dem "field of view"

Im Falle einer Filmkamera ist das Filmback ein Stück Zelluloid, auf dem das Bild abgebildet wird. Im Falle einer Videokamera könnte es ein CCD-Chip sein. Die Höhe und Breite des Filmbacks werden in cm und nicht in Pixel angegeben.

Das „field of view“ ist der rechteckige Bereich auf dem Bildschirm, der genau die Ränder der Bilder definiert und es wird in Pixel angegeben.

Im nächsten Arbeitsschritt „calculate points and motion path“ werden die Kameraparameter, die Punkte im Raum und der „camera motion path“ berechnet.

Danach könnten die Daten prinzipiell schon exportiert werden.

Allerdings ist es bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ in allen Szenen notwendig, die Qualität von Hand zu verbessern.

Das Status-Fenster zeigt eine Kurve, die die Abweichung vom „Soll“-Zustand anzeigt. Die grüne Kurve zeigt den „Ist“-Zustand der gesamten Sequenz und deren durchschnittlichen Wert in Pixeln an, die rote Kurve den „Ist“-Zustand eines Punktes. An diesen Kurven kann man erkennen, in welchem Frame eine Abweichung existiert und wie groß diese ist.

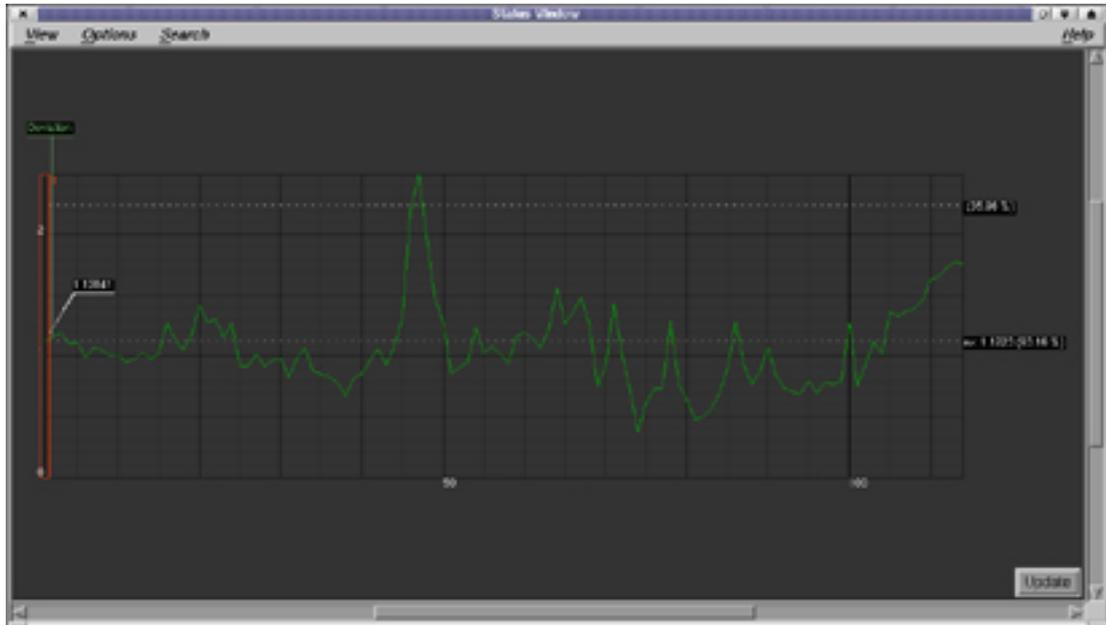


Abb.5.2.12: Beispiel: Kurve vor der Bearbeitung

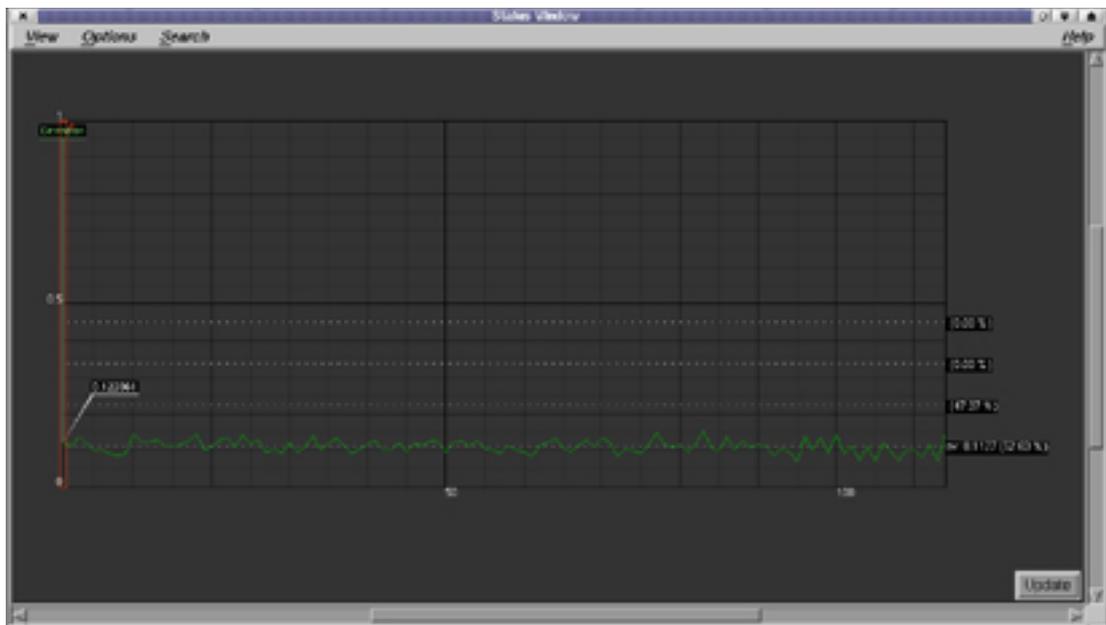
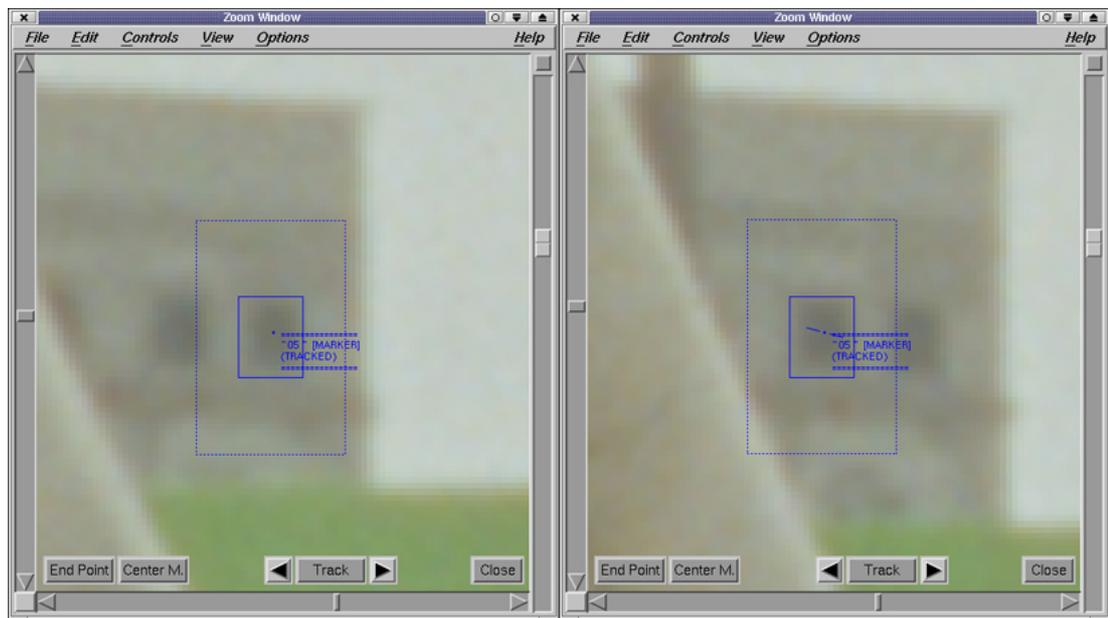


Abb.5.2.13: Beispiel: Kurve nach der Bearbeitung

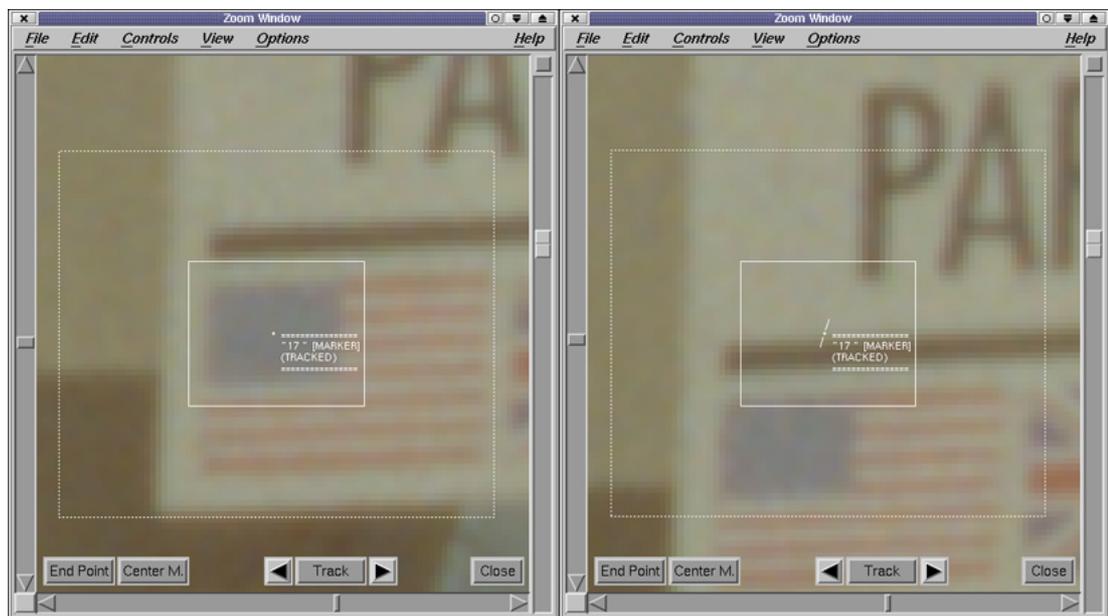
Die durchschnittliche Abweichung sollte normalerweise unter 0,5 liegen, für

dieses Projekt ist es allerdings erforderlich möglichst weit an Null heranzukommen.



korrekter Punkt

Punkt mit großer Abweichung, da der Punkt auf das Fenster daneben gesprungen ist.



korrekter Punkt

Punkt mit großer Abweichung

Um die Kurve zu verbessern, können einzelnen Punkten auch eine Gewichtung zugeordnet oder besonders schlechte Punkte ganz gelöscht werden. Wobei die Möglichkeit besteht nur einen Teil zu löschen.

Wenn man einen Punkt in irgendeiner Form verändert hat muss die Berechnung neu durchgeführt werden um zu erkennen ob die Veränderung eine Verbesserung gebracht hat. Wenn das nicht der Fall ist, kann der letzte Schritt wieder rückgängig gemacht werden.

Dieser Vorgang ist in den Arbeitsschritten „check deviation curve“ und „improve motion tracking“ verankert und ist sehr zeitaufwändig.

In einigen Fällen ist es auch notwendig den Postfilter zu benutzen um den Bewegungspfad zu glätten.

Der reale „camera motion path“ sieht beispielsweise so aus:

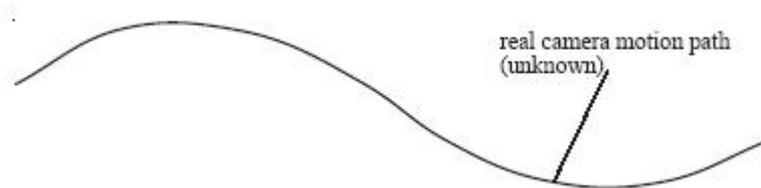


Abb.5.2.14: Beispiel eines realen "camera motion path"

Wenn der 3DE diesen Bewegungspfad rekonstruiert, indem er die Trackingkurve der einzelnen Punkte auswertet, könnte das Resultat so aussehen:

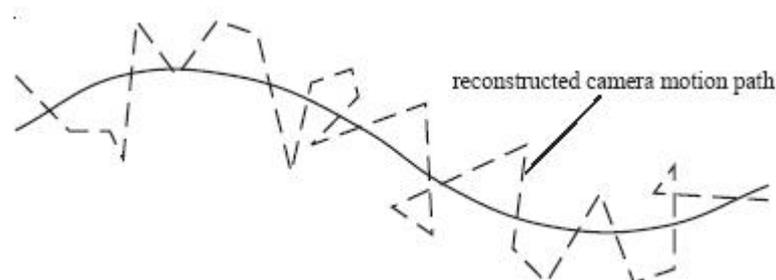


Abb.5.2.15: Beispiel für einen rekonstruierte "camera motion path"

Die Größe der Fluktuationen des rekonstruierten Bewegungspfad hängt von der Qualität der Trackingkurve und der relativen Ausrichtung der Punkte im dreidimensionalen Raum in Bezug auf die Kamera ab.

Der Postfilter glättet diesen Bewegungspfad mittels einer Fourieranalyse und -Synthese.

Dadurch kann der gefilterte „camera motion path“ beispielsweise so aussehen:

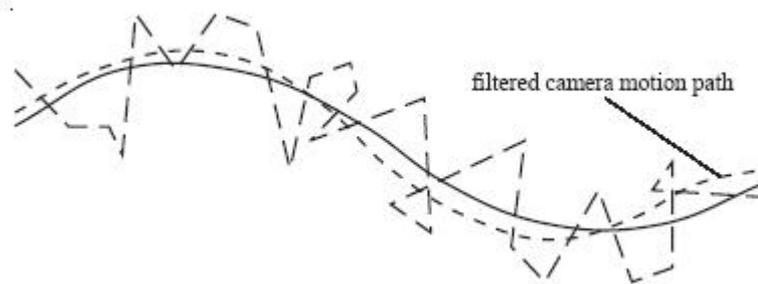


Abb.5.2.16: Beispiel für einen gefilterten "camera motion path"

Für die Stärke der Glättung kann ein Wert angegeben werden. Falls dieser nicht richtig gewählt wird, kann der gefilterte „camera motion path“ auch so aussehen:

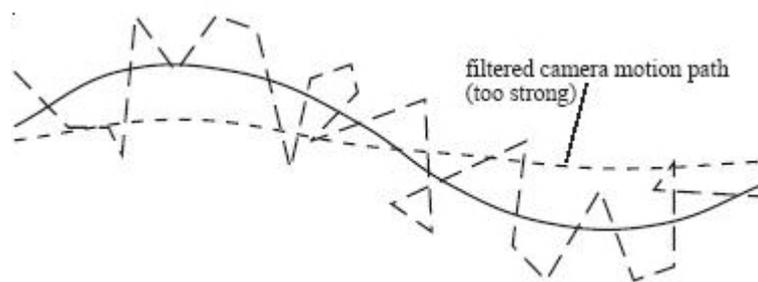


Abb.5.2.17: Beispiel eines schlecht gefilterten "camera motion path"

In einigen Projekten, in denen beispielsweise nicht genügend Punkte zum Tracken vorhanden sind, kann der „camera oder object motion path“ auch bearbeitet werden. Es ist dann der letzte Schritt bevor die Daten exportiert werden. In dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ ist dieser Schritt allerdings nicht erforderlich.

Die Daten werden nun im Maya-Format exportiert, damit die errechnete Kamera und Punkte in der Computeranimation als MEL-Script importiert werden können.

Insgesamt habe ich die Szenen FX\_020, FX\_030, FX\_050, FX\_060, FX\_090, FX\_110, FX\_130, FX\_220 und FX\_280 mit dem 3D-Tracking bearbeitet. Dabei hat es in den Szenen FX\_050, FX\_090 und FX\_110, obwohl der durchschnittliche Abweichungswert sehr niedrig ist, nicht funktioniert. Dieses äußert sich darin, dass die errechneten Punkte alle in einer Ebene liegen. Was wiederum darin liegt, dass es in diesen Szenen zu keiner

Parallaxeverschiebung kommt. Die Parallaxe ist der Winkel zwischen zwei Geraden, die von verschiedenen Standorten, der Basislinie, auf einen Punkt gerichtet sind. Hält man zum Beispiel die Hand vor sich und betrachtet sie abwechselnd mit dem linken und dem rechten Auge, so verschiebt sich das Bild der Hand vor dem entfernteren Hintergrund. Die Parallaxe ist umso größer, je näher das beobachtete Objekt und je länger die Basislinie ist. Die Verschiebung der einzelnen Punkte zueinander kann man im 3DE in dem „Orientation“-Fenster sehen.

In Szene FX\_020 sieht man zum Beispiel, dass sich die Punkte im Laufe der Zeit zueinander verschieben:



Abb.5.2.18: FX\_020, Frame 430



Abb.5.2.19: FX\_020, Frame 500

In Szene FX\_110 hingegen wird sichtbar, dass sich die Punkte im Laufe der Zeit nicht zueinander verschieben:

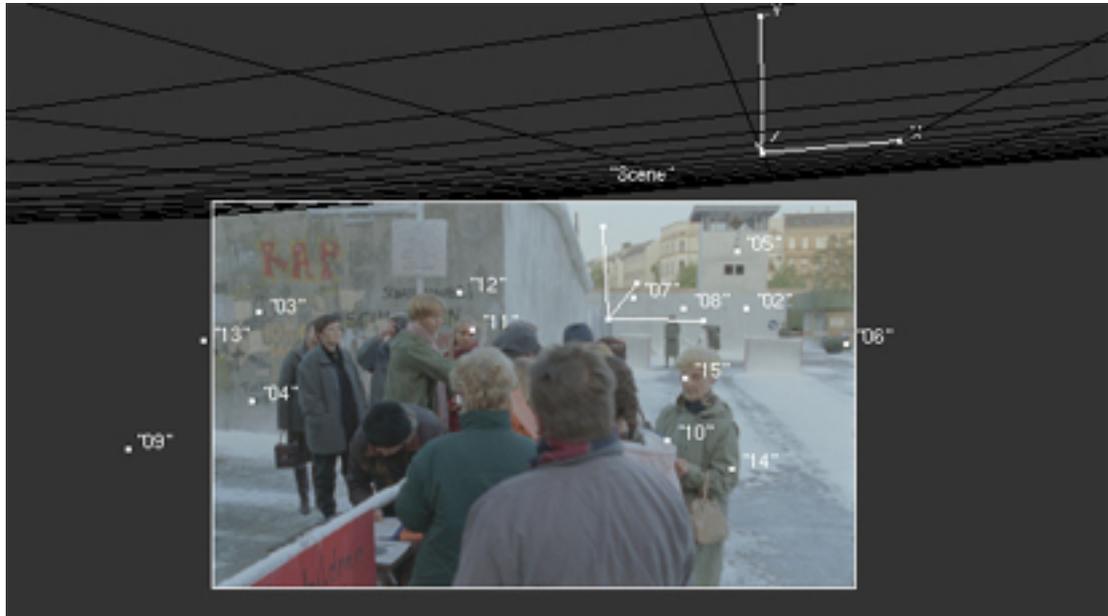


Abb.5.2.20: FX\_110, Frame 40



Abb.5.2.21: FX\_110, Frame 60

Die Problematik beim Tracken eines Kameranahwens liegt unter anderem auch in der Tatsache, dass sich die Kamera nicht um den Nodalpunkt, sondern um den des Stativs dreht und die Differenz der beiden Punkte der Software wiederum nicht bekannt ist.

[Hb 00] [Hb 05] [dpSch 97] [dp04 97] [dp02 98] [dp03 99] [www 29]

### 5.2.2 Stabilizing

Beim Stabilizing werden ähnliche Einstellungen vorgenommen wie beim Tracking, jedoch mit dem Unterschied, dass der Computer als Resultat keinen Bewegungspfad erhält, sondern ein völlig stillstehendes Bild, in dem die Bewegung kompensiert wurde. In einer Sequenz mit Kameranahwenk oder -fahrt wird das Bild nur vertikal oder horizontal stabilisiert, um die Bewegung nicht zu verlieren. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Bild vertikal und horizontal zu stabilisieren und die Kamerabewegung händisch nach zu empfinden.

## 5.3 Computeranimation

Die Computeranimation ist ein Verfahren, mit dem man künstlich generierte Laufbilder im Computer erzeugt. Diese computergenerierten Bilder werden als CGI (Computer Generated Imagery) bezeichnet und sie können im Compositing mit Realfilmaufnahmen kombiniert werden.

Alle Effekt-Szenen, die mit 3D-Animationen kombiniert werden, durchlaufen in der Computeranimation die Bereiche Modelling, Texturierung, Beleuchtung, Animation und Rendering.

Bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ kommt die 3D Visualisierungs- und Animationssoftware Maya von Alias zum Einsatz.

[Gie 01]

### 5.3.1 Modelling

Das Modellieren umfasst die dreidimensionale Gestaltung von Objekten am Computer.

Für den Film werden verschiedene Häuser mit unterschiedlichem Detailreichtum, eine Straße, unterschiedliche Straßenlampen, Strommasten, einige Straßen beruhigende Maßnahmen, ein Trabant und ein VW-Bus modelliert. Genauso wie einfache Geometrien für: den Dachdeck auf der Baracke, die Mauer mit den zugemauerten Fenstern, die Hauswandausweitung, das Wellblechdach des Kiosks und einige Mauern. Die Flagge mit dem dazugehörigen Mast wird ebenfalls modelliert sowie ein Flugzeug.

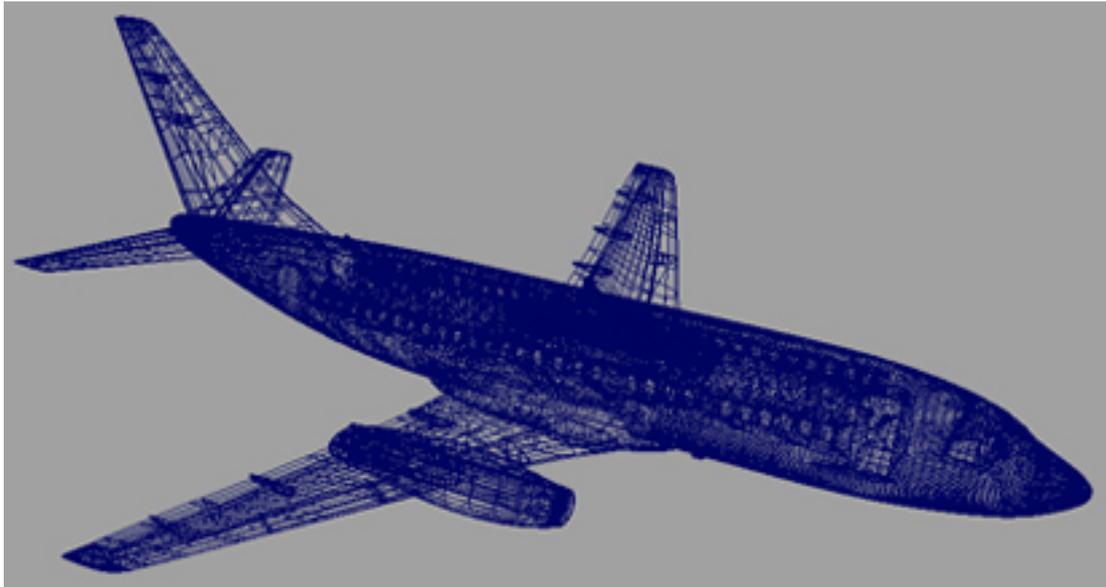


Abb.5.3.1: Polygonmodell vom Flugzeug

Das Grundgerüst für das Flugzeug vom Modell Boeing 737 wurde von einer 3D-Datenbank gekauft. Dieses Polygonmodell weist teilweise allerdings zu grobe Strukturen auf, die verfeinert und ausgebessert werden.

Der Trabant und der VW-Bus stammen ebenfalls aus einer 3D-Datenbank, müssen aber nicht verändert werden.

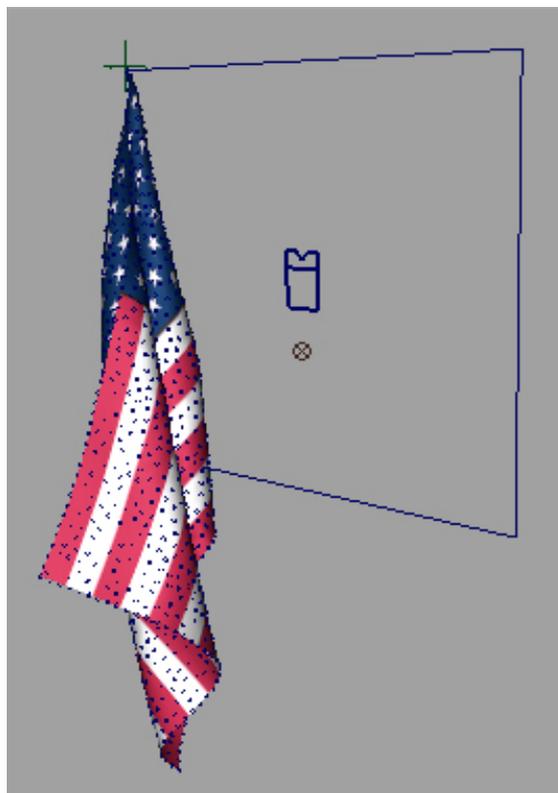


Abb.5.3.2: Flagge mit Maya Cloth

Die Flagge wird mit Maya Cloth verwirklicht. Maya Cloth ist ein Modul in Maya, welches es erlaubt Kleidungsstücke und Stoffstücke mit all ihren spezifischen Eigenschaften zu simulieren.

Für die anderen Objekte werden einfache Geometrien wie Planare, LoftedSurfaces, Nurbs und Polygone verwendet.

Planare sind einfache Flächen. Sie können aus Nurbs oder Polygonen bestehen.

Polygon-Objekte bestehen aus einzelnen polygonalen Flächen, die

drei-, vier- oder mehreckig sein können. Wenn beispielsweise Primitive wie eine Kugel aus zu wenigen dieser polygonalen Flächen bestehen oder sie stark vergrößert werden, sind auf ihnen Kanten zu erkennen.

Nurbs steht für Non-Uniform Rational B-Spline und beschreibt die Oberfläche eines Objektes hingegen mittels eines Gitters aus Kurven. Dadurch kann das Objekt auch runde Formen annehmen. Allerdings haben sie einen höheren Speicherbedarf.

LoftedSurfaces entstehen, indem man zwei Kurven erstellt und diese dann mit dem Befehl „loft“ verbindet. Es entsteht dadurch eine Fläche zwischen diesen Kurven. So entstehen beispielsweise die Geometrien für das Wellblechdach des Kiosk, das Dach der Baracke und ein Teil der Hauswandausweiterung.

Der Fahnenmast entsteht aus den Nurbs-Primitiven Zylinder und Kugel, die in die entsprechenden Formen skaliert werden. Primitive sind einfache Grundformen, die in Maya definiert sind wie beispielsweise Kugeln, Würfel, Zylinder, Kegel, Torus oder auch Flächen. Aus ihnen lassen sich dann kompliziertere Formen zusammensetzen.

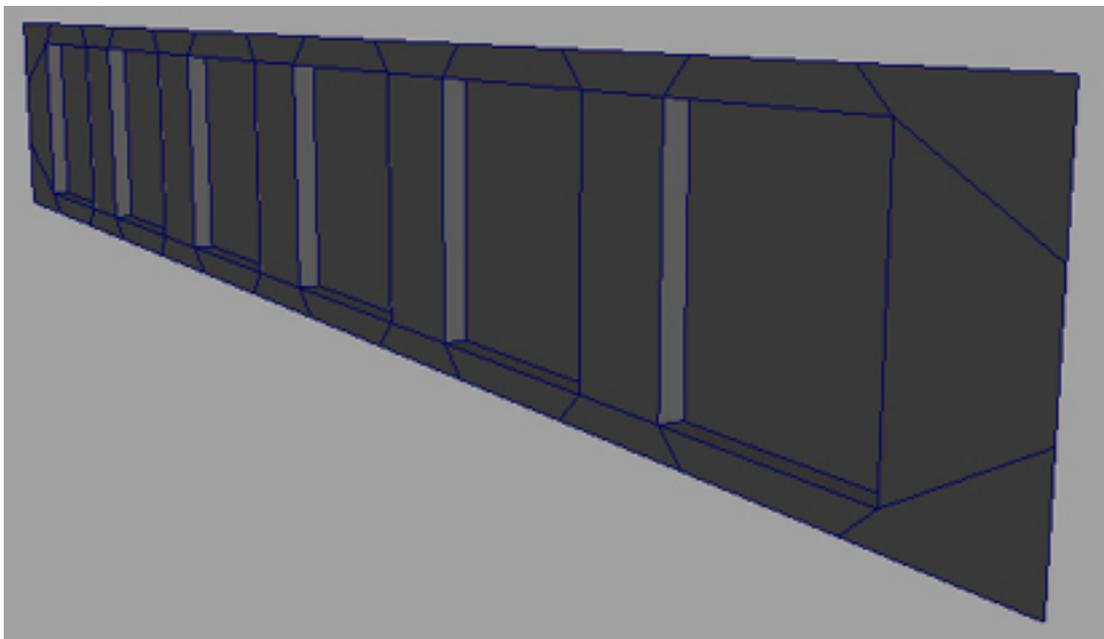


Abb.5.3.3: Polygonmodell von der Mauer mit den zugemauerten Fenstern

Die Straße und die Mauer im Hintergrund, ein Teil der Hauswandausweiterung und die Mauer mit den zugemauerten Fenstern entstehen durch Planare. Beim Letzteren wird eine Polygonfläche erstellt. Diese wird so eingeteilt,

dass genügend Flächen entstehen um bestimmte Teilflächen so zu verschieben, dass die Fensternischen entstehen.

Die Straßenlampen werden anhand von verschiedenen Bildern, die während der Dreharbeiten von ihnen gemacht wurden, genau nachmodelliert.

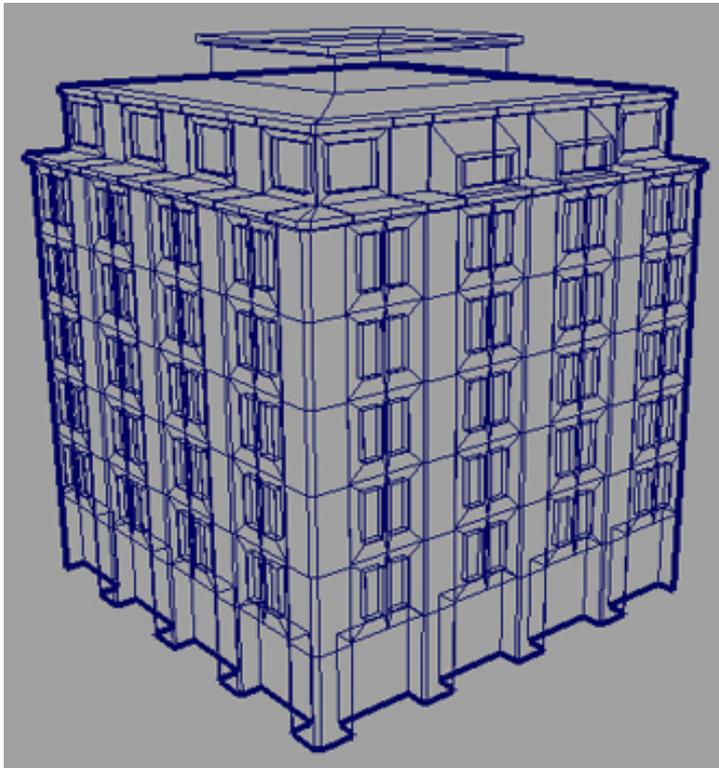


Abb.5.3.4: Polygonmodell von einem Haus

Die Häuser werden aus Polygonen modelliert. Dafür werden Referenzbilder in die Szene geladen und anhand dieser Vorlage die unterschiedlichen Häuser modelliert. Dadurch stimmen unter anderem die Größenverhältnisse von Fenstern, Türen und Hauswand zueinander. Die Referenzbilder stammen zum einen aus

dem Internet und zum anderen wurden sie bei den Dreharbeiten erstellt. Die Polygonmodelle der Häuser sind unterschiedlich detailliert. Häuser, die weiter hinten stehen, haben kaum noch Details und bestehen teilweise nur aus einem einfachen Polygonwürfel. Bei den Häusern im Vordergrund werden Details wie beispielsweise Fenster, Regenrinnen, Mauervorsprünge usw. ausgearbeitet. Diese bestehen ebenfalls aus Polygonprimitiven.

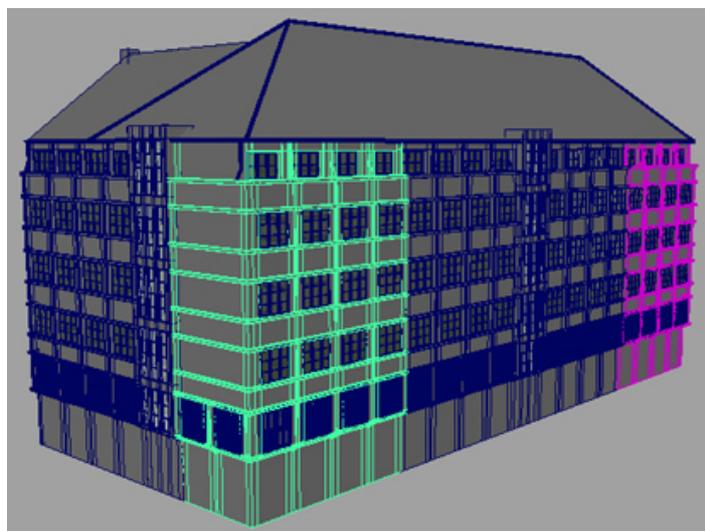


Abb.5.3.5: Beispiel von sich wiederholenden Elementen

Einzelne Elemente eines Hauses, die sich an mehreren Stellen wiederholen, werden nur einmal modelliert und dann dupliziert. Ein Beispiel ist in Abbildung 5.3.5 zu sehen.

Wenn alle Elemente für den Hintergrund fertig modelliert sind, wird das View Layout erstellt: Alle Objekte werden in eine Szene importiert und angeordnet.

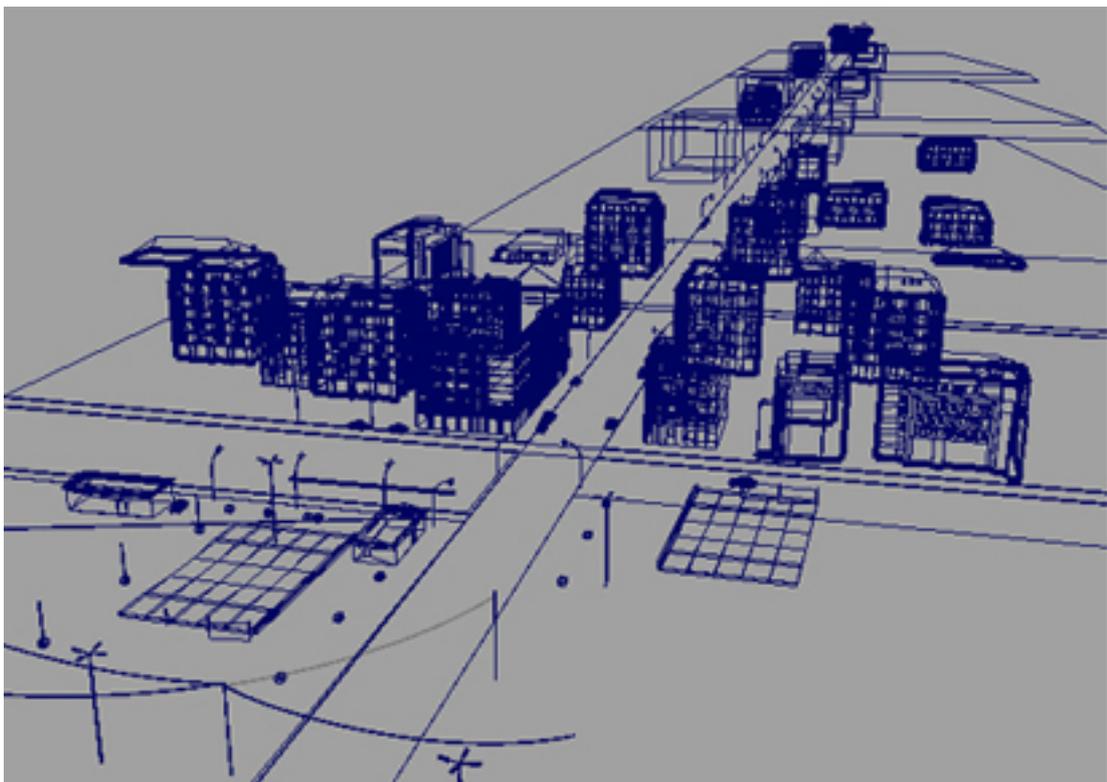


Abb.5.3.6: Polygonmodell des gesamten Hintergrundes

Dabei wiederholen sich nach hinten hin einige Häuser, die gegebenenfalls nur in eine andere Richtung gedreht werden. Außerdem steht in der Straße nach hinten nicht ein Haus neben dem anderen. Sie werden für die Erweckung dieses Eindrucks perspektivisch platziert. Manchmal wird auch nur das Dach eines Hauses dupliziert und entsprechend angeordnet. Dadurch reduziert sich die Anzahl der Polygone und damit auch die Renderzeit.

Einige Objekte sind in Anlage D.03 dargestellt.

[Gie 01] [Sck 03]

### 5.3.2 Texturierung

Bei der Texturierung werden den 3D-Modellen Shader mit Eigenschaften wie Farbe, Glanz, Glanzfarbe, Spiegelung, Transparenz und Relief zugewiesen. Als Shader bezeichnet man das Material, aus dem das Objekt besteht. Dem Shader kann auch ein selbst erstelltes Bild zugewiesen werden. Dieses Bild wird dann auf der Objektoberfläche dargestellt und Textur genannt. Das entsprechende Verfahren wird als Textur Mapping bezeichnet und wird in dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ angewendet.

Texturen lassen computergenerierte Bilder detailreicher und realistischer erscheinen, ohne dass das entsprechende 3D-Modell selbst verfeinert werden muss. Das ist ein Vorteil, da das Modellieren von Details sehr zeitaufwändig ist und mehr Speicherplatz und Renderzeit in Anspruch nimmt als eine Textur. Allerdings verändern sie nicht die Geometrie, weshalb sie nur für flache Objekte eingesetzt werden können. Würde man das Objekt von einer anderen Perspektive aus betrachten, zum Beispiel ein Haus mit Mauervorsprung von der Seite, so würde die fehlende Geometrie auffallen. Aus diesem Grund wurden die Häuser, die in der Szene vorne stehen, detaillierter modelliert.

Das Wellblech für die Mauer im Hintergrund braucht beispielsweise nicht ausmodelliert zu werden, da ihre Struktur bei der Entfernung nicht zu erkennen ist und eine entsprechende Textur ausreicht.

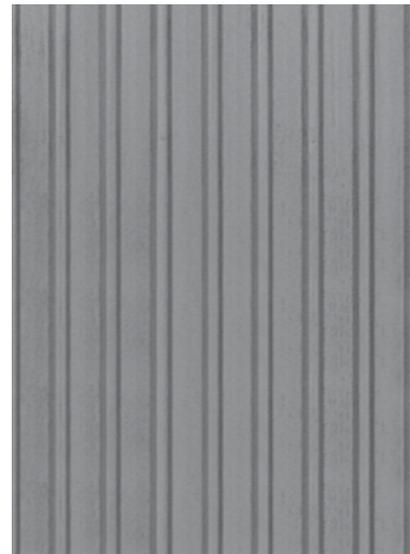


Abb.5.3.7: Wellblech-Textur

Die jeweiligen Texturen für die entsprechenden Objekte werden anhand von Bildern mit dem Programm Photoshop erstellt.

Damit die Häuser und die anderen Objekte nicht zu glatt und neu aussehen, werden so genannte Dirt Maps erstellt. Diese werden über die eigentliche Textur gelegt und stellen beispielsweise Gebrauchsspuren, Zerfallserscheinungen und Schmutz dar.

Außerdem werden beispielsweise bei der Flagge Bump Maps verwendet.



Abb.5.3.8: Textur-Vorlage für die Lampen

Bump Maps simulieren mit Hilfe einer vorgegebenen Alpha-Maske kleine Erhebungen und Vertiefungen an der Objektoberfläche.

Dadurch bekommt das Objekt eine Struktur, obwohl die Oberfläche an sich nicht verändert wird. Möchte man die Struktur direkt in die Oberfläche bringen, so müssen Displacement Maps verwendet werden. Sie arbeiten ebenfalls mit einer Alpha-Maske,

verformen dabei aber anhand der Grauwerte die Oberfläche.

Der Schnee in der Szene FX\_110 ist ebenfalls nur eine Textur.

Bei der Hauswanderweiterung wurde mit dem so genannten Kamera Mapping gearbeitet. Dabei wird die Textur des ersten Stockwerkes des entsprechenden Hauses aus Sicht der Kamera auf die vorher dafür erstellte Geometrie projiziert und dabei im gewissen Maße perspektivisch richtig angepasst.

Die Textur für das Flugzeug musste auch verändert werden, da das Original von der „falschen“ Luftlinie stammt. Dafür wurden alte Fotos von den Maschinen der Luftlinie PAN AM als Referenzvorlage verwendet. Die Texturen von dem Trabant und VW-Bus können unverändert übernommen werden.

Das Erstellen der verschiedenen Texturen ist sehr zeitaufwändig.

Einige Texturen sind in Anlage D.04 dargestellt.

[www 24] [www 25] [Gie 01]

### 5.3.3 Beleuchtung

Die Beleuchtung in der Postproduktion nimmt einen hohen Stellenwert ein, da das digital erzeugte Material an die Lichtverhältnisse des real gedrehten Materials angepasst werden muss. Um eine realistische Lichtsituation zu erhalten, werden verschiedene Lichtquellen in der 3D-Szene platziert und durch Änderung der Farbgebung und Stärke der Lichter an die reale Lichtsituation angeglichen. Die Simulation aller Möglichkeiten der Ausbreitung von Lichtstrahlen in einer 3D-Szene wird als Globale Beleuchtung bezeichnet. Dadurch werden die Gesetze der geometrischen Optik sowie der Energieerhaltung vollständig erfüllt und ein nahezu realistisches Bild erzeugt. Heutige 3D-Programme können unter Verwendung von speziellen Algorithmen globale Beleuchtung simulieren. Beispiele dazu sind Beleuchtungen mit Raytracing oder Photon Mapping und unter bestimmten Bedingungen auch Radiosity.

Bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ wurde mit HDRI-Maps gearbeitet. HDRI steht für High Dynamic Range Imaging und ist eine Methode, um den gesamten sichtbaren Kontrastumfang einer Szene digital zu erfassen und zu bearbeiten. Bei der Beleuchtung virtueller 3D-Objekte kommen Panoramafotos, also eine Rundumansicht von 360° horizontal und 180° vertikal, zum Einsatz.

Digitale Bilder werden üblicherweise mit 24 Bits codiert, wobei jeweils 8 Bit für die Intensität der einzelnen Farbkanäle rot, grün und blau stehen. Um die Helligkeit eines Pixels farbecht zu verändern, muss man alle 3 Farbwerte anheben oder absenken. Die dunkelste darstellbare Farbe ist schwarz mit den Werten (0,0,0) und die hellste ist (255,255,255). Damit kann jeder Pixel effektiv 256 verschiedene Helligkeitsstufen annehmen. Wenn ein Fotograf ein Motiv mit einem hohen Kontrastumfang aufnehmen will, muss er sich entscheiden ob er die Lichter aufnehmen möchte, dann verschwinden die Details der Schatten in einer gleichmäßigen schwarzen Fläche, oder ob er die Schatten belichtet und damit die Details in den hellen Regionen verliert. Die jeweiligen Details sind endgültig verloren und lassen sich in einer Nachbearbeitung nicht wieder herstellen.

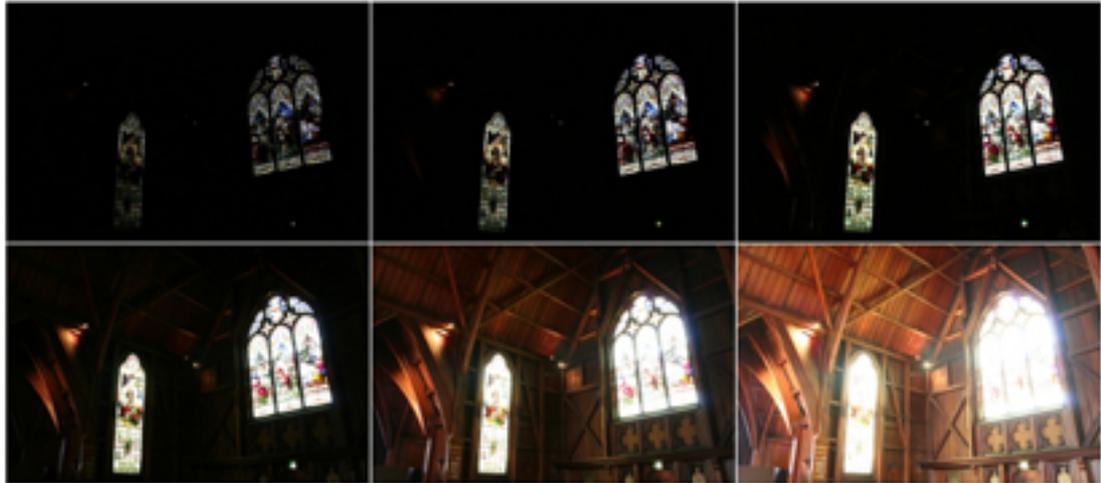


Abb.5.3.9: Beispiel: die 6 originalen Bilder 1/40 1/10 1/2 1" 6" 25"

High Dynamic Range Imaging macht es dagegen möglich, den gesamten Detailreichtum einer Szene in einem einzigen Bild zu speichern. Dabei werden pro Pixel nicht nur die Farbinformationen, sondern auch ein Luminanz-Wert gespeichert, das heißt wie viel Licht von einem Punkt ausgeht. Dadurch sind HDR-Bilder in 3D-Programmen als Umgebungsbeleuchtung einsetzbar, da ihre Helligkeit nicht vom maximalen Weißwert des RGB-Farbraums abhängig ist.



Abb.5.3.10: Beispiel: HDR-Ergebnis

So strahlt beispielsweise eine im HDR abgeblendete Szene mit der realen

Helligkeit und Farbgebung ab. Sie erzeugen so reale Glanzlichter in generell stärkeren Spiegelungen und werfen je nach HDR-Bild unterschiedlich lange indirekte und damit realistisch weiche Schatten. HDR-Bilder können mit einer speziellen Kamera aufgenommen oder mit Hilfe einer Software aus zwei oder mehreren unterschiedlich belichteten Fotos erstellt werden.

Das im Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ verwendete HDR-Bild stammt aus einer Internetdatenbank. Das Motiv hat nichts mit den Szenen zu tun, stellt aber die richtigen Lichtverhältnisse her.



Abb.5.3.11: verwendetes HDR-Bild

Das HDR-Bild wird dabei auf eine Kugel gewickelt, die die gesamte Szene umspannt. Für die Erzeugung von Schlagschatten werden noch eine „directional“ Lichtquelle und Punktlichter in die 3D-Szenen eingefügt.

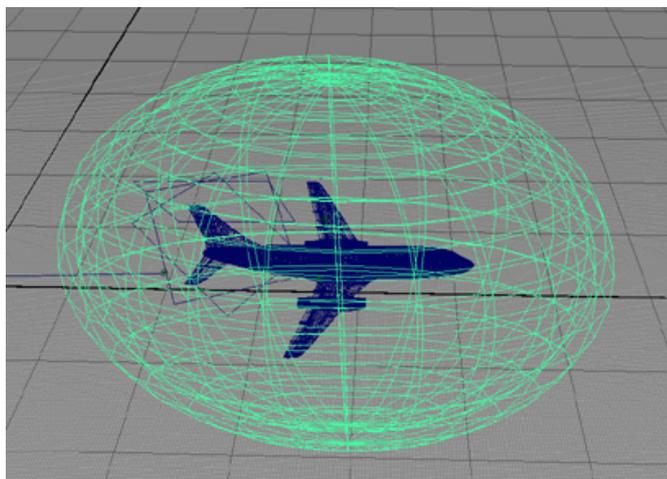


Abb.5.3.12: Beleuchtung FX\_010

Die Flugzeug-Szene (FX\_010) wird anders beleuchtet. Hierfür wird die Geometrie des Flugzeugs ebenfalls von einer Kugel umschlossen. Dabei ist darauf zu achten, dass sie überall den gleichen Abstand zum Flugzeug hat. Auf diese Kugel wird die

Flugsequenz des Hintergrundes gemappt, die dadurch für die richtige Beleuchtung und Reflexionen auf dem Flugzeug sorgt.

[www 16] [www 17] [Blo 03]

### 5.3.4 Animation

Für den Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ werden nicht die einzelnen Objekte animiert, sondern die Kamera.

Dafür wird in Maya das entsprechende MEL-Script importiert. MEL ist eine Maya-interne Steuerungssprache und steht für Maya Embedded Language. Diese Skriptsprache bietet umfangreiche Möglichkeiten, bestimmte Aufgaben zu automatisieren oder den Editor anzupassen. In Maya erfolgt die Steuerung der gesamten GUI (Graphical User Interface) über MEL.

Das MEL-Script beinhaltet die Kamera und als Lokator die Punkte, die im Tracking gesetzt wurden. In den Kamera Settings werden beispielsweise das Filmgate und die Brennweite eingestellt. Zum Einrichten der jeweiligen Szene muss die Einstellung „looking through camera“ aktiviert sein. Nun wird die jeweilige Szene als ImagePlane und die benötigten Elemente wie Häuser, Lampen usw. importiert. Die Geometrien werden nun so platziert, dass sie perspektivisch zum Vordergrund, also zur ImagePlane, passen. Normalerweise werden bestimmte Punkte mit den Lokator verbunden und dadurch kann die Geometrie richtig platziert werden. In diesem Fall besteht allerdings keine Verbindung zwischen den gesetzten Punkten und der Geometrie, daher ist das Anpassen sehr zeitaufwendig. Zur besseren Platzierung wird die Geometrie des Setnachbaus zusätzlich eingeblendet. Dadurch kann die ImagePlane zuerst an die Geometrie des Setnachbaus angepasst werden und danach die eigentliche Geometrie an die des Setnachbaus. Dabei ist der Wachturm und die Straße als Orientierungspunkt am besten geeignet.

Nachdem die Geometrien richtig platziert sind, werden die Einstellungen für die Beleuchtung vorgenommen.

Die Flagge wird animiert, indem neben dem Objekt ein „Turbulence Field“

platziert wird, welches natürlich wirkende Bewegungen der Flagge zur Folge hat.

Bei dem Flugzeug wird sowohl die Kamera als auch das Objekt selber

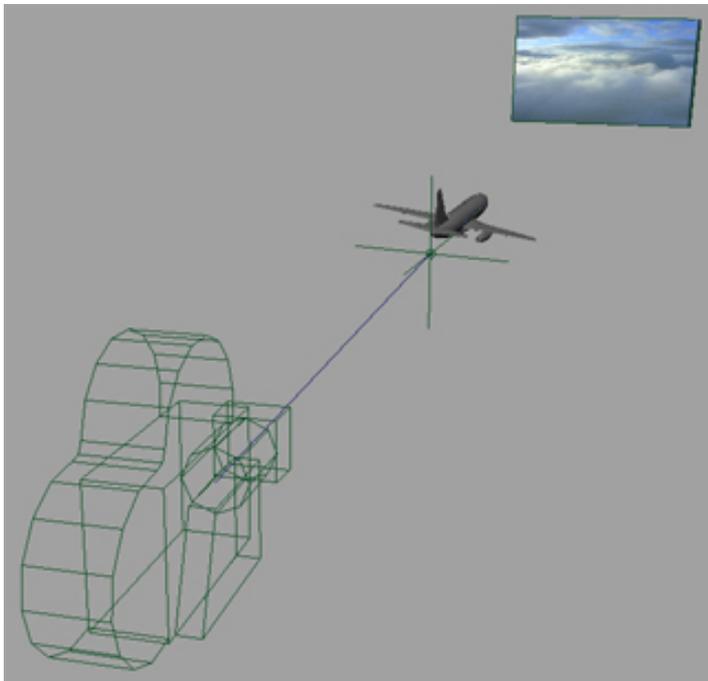


Abb.5.3.13: Kameraaufbau: FX\_010

animiert. Dafür wird die Filmsequenz des Flugs über die Wolken zur Orientierung als ImagePlane platziert. Außerdem wird in die Szene eine Kamera eingefügt, bei der man das Ziel mit angeben kann (camera and aim). Dadurch bewegt sich die Kamera in einer festgelegten Zeit an

einem bestimmten Pfad entlang. Nun wird die Einstellung „looking through camera“ aktiviert, um das Flugzeug passend zur Flugsequenz zu animieren und die Kameraanimation gegebenenfalls anzupassen.

Für die Szene FX\_010 wird zusätzlich auch Nebel erstellt, damit es so aussieht als würde das Flugzeug durch Wolken fliegen. Dafür wird ein Partikelsystem verwendet, bei dem die Farbe auf ein helles Grau eingestellt und die Transparenz sehr zurückgenommen wird. Die Bewegung wird wieder mit einem „Turbulence Field“ erreicht.

Für das Rendering werden die ImagePlanes ausgeblendet.

[www 26]

### 5.3.5 Rendering

Beim Rendering generiert ein Programm aus einer 3D-Sequenz eine 2D-Bilderfolge. Dabei berechnet es die Farbe jedes Pixels unter Berücksichtigung der Geometrie der Szene, der Beschaffenheit des

verwendeten Materials, der Texturen, der Beleuchtung und der Animation. Die einzelnen Bilder werden als tiff-Dateien gespeichert und können so im Compositing weiterbearbeitet werden.

Für den Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ wurden verschiedene Verfahren verwendet.

Die Beleuchtung wird für jede Szene berechnet, indem in „Bild 0“ alle Elemente von der Kugel umschlossen werden, die in der Szene zu sehen sein werden. Dieses „Bild 0“ wird nun mit Mental Ray und dem Algorithmus „Final Gather“ berechnet und eingefroren mit „freeze“. Dadurch braucht man die Beleuchtung nur einmal berechnen zu lassen, das Ergebnis kann für die ganze Szene verwendet werden, wodurch man Renderzeit einspart.

Die Szenen, für die nur ein Hintergrundbild berechnet werden muss und manche Layer, wie beispielsweise das Wellblechdach für den Kiosk, werden mit dem Software-Renderer von Maya gerendert. Die Hauswunderweiterung muss ebenfalls nur mit diesem Renderer gerendert werden, da zum Beispiel die Lichtverhältnisse und der Schattenwurf bereits in der Textur vorhanden sind.

Für die Szenen, in der sich die Perspektive nicht verändert, wird für den Hintergrund nur ein Standbild berechnet. Mit der Einstellung „PreScale“ wird um den eigentlichen Bildausschnitt mehr Bild gerendert ohne die Brennweite, den Winkel usw. zu verändern. Das ist nötig, da sich alle Szenen leicht bewegen, die nicht mit Hilfe eines Stativs gedreht wurden.

Die einzelnen Szenen werden in verschiedenen Layern mit Alphakanal und in Übergröße, dem so genannten Premultiplied, berechnet. Diese Layer sind: der Himmel, der Hintergrund, der Fensterfix, der Dachdreck auf der Baracke, die Fahne und der Mast, die Wand mit den zugemauerten Fenstern, die Hauswunderweiterung, das Wellblechdach für den Kiosk und einzelne Elemente, wie beispielsweise ein im Hintergrund fahrender VW-Bus.

Die Szenen werden in einzelnen Layern gerendert, damit sie später im Compositing einfacher kombiniert und bearbeitet werden können. Außerdem haben die Layer so unterschiedliche Renderzeiten, die von einem Bruchteil einer Sekunde bis zu einer Stunde pro Bild reicht. Wenn man nun alle

Elemente einer Szene in einem Bild rendert, dauert ein nochmaliges Rendern sehr lange, falls Fehler oder Änderungen auftreten.

Zusätzlich wird noch ein Tiefenkanal erstellt. Dafür wird über die ganze Szene ein Verlauf von vorne weiß nach hinten schwarz gelegt. Dieser kann später im Compositing genutzt werden um beispielsweise die Tiefenschärfe einzustellen. Außerdem dient er durch seine schnelle Renderzeit dem Testen der Animation.

Bei dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ wurde in der Renderfarm bestehend aus 20 Prozessoren gerendert.

[Gie 01]

## 5.4 Compositing

Das englische Wort Compositing lässt sich im Deutschen am Besten mit „Zusammenfügen verschiedener Bildelemente und -ebenen zu einem Gesamtbild“ beschreiben.

Das bedeutet, dass hier die Realfilmaufnahmen mit dem CGI-Material kombiniert werden und beide Elemente so aneinander angeglichen werden, dass man die digitalen Elemente nicht mehr als solche identifizieren kann.

Um die einzelnen Ebenen kombinieren zu können, beinhalten sie den so genannten Alphakanal.

Der Alphakanal ist ein zusätzlicher Farbkanal in digitalen Bildern, in dem die Transparenz bzw. Durchsichtigkeit der einzelnen Bildpunkte gespeichert werden. Die transparenten Bereiche eines Bildes sind in dem Alphakanal normalerweise schwarz, die sichtbaren weiß. Alle halbdurchlässigen Bereiche nehmen unterschiedliche Grauwerte an. Dabei besitzt ein Alphakanal dieselbe Farbtiefe wie ein Farbkanal. Beispielsweise hat der Alphakanal eines 8-Bit-Bildes 256 Stufen.

Da der Alphakanal nur bei den digital erstellten Ebenen mit gespeichert werden kann, werden für die Realfilmaufnahmen entsprechende Masken erstellt. Die Masken setzen sich aus einzelnen Punkten zusammen, die einen so genannten Bézier-Pfad bilden, welcher jegliche Form annehmen kann. Die Verbindungslinien der Punkte können dabei gerade sein oder die Form einer Bézier-Kurve annehmen, deren Form mit Hilfe von so genannten Handles verändert werden kann. Die einzelnen Punkte oder auch die gesamte Bézier-Maske können über die Zeit durch Setzen von Keyframes verändert und damit dem sich bewegenden, zu maskierenden Objekt angepasst werden.

Das Erstellen dieser Masken wird als Maskieren oder auch als Freistellen von bestimmten Objekten bezeichnet.

Einige Objekte können auch mit Hilfe ihrer Charakteristika freigestellt werden. Zum Beispiel mit dem Chromakey- oder Lumakey-Verfahren.

Beim Chromakey Verfahren wird eine bestimmte Farbe definiert, die aus dem entsprechenden Bild entfernt wird. So kann zum Beispiel ein Objekt vor

einem blauen oder grünen Hintergrund sehr gut freigestellt werden. Dieser Prozess wird als Keying bezeichnet und es wird automatisch ein entsprechender Alphakanal generiert. Diese Verfahren sind auch als Bluescreen- oder Greenscreen-Verfahren bekannt.

Bei dem Lumakey-Verfahren wird die Luminanz, also die Helligkeit, gekeyt. Mit Hilfe des Alphakanals können die unterschiedlichen Ebenen übereinander gelegt werden. Dadurch wird bestimmt, welche Ebene vor bzw. hinter einer anderen liegt. Die Schwierigkeit liegt darin, in welcher Reihenfolge die Ebenen zusammengesetzt werden.

Um die Ebenen in ihrer Bewegung aneinander anzupassen, kommt das 2D-Tracking zum Einsatz und die Ebenen werden stabilisiert.

Zum Teil müssen einzelne Bereiche einer Ebene oder auch eine komplette Ebene retuschiert werden. So müssen beispielsweise die Ebenen farblich so verändert werden, dass ein einheitlicher Eindruck entsteht, was als Farbkorrektur bezeichnet wird. Zu diesem Bereich gehört auch die Veränderung von Kontrast, Helligkeit, Sättigung und die Tonwertkorrektur genauso wie die Painteffekte. Zu den Painteffekten gehört unter anderem der Kopierstempel, bei dem die Farbe von einem anderen auswählbaren Bereich kopiert wird.

Dem CGI-Material muss außerdem noch ein bewegtes Korn hinzugefügt werden. Der Grund dafür wird in Kapitel 5.1 erklärt.

Am Ende des Compositings steht, wie bei der Computeranimation, das Rendering. Dabei wird der bearbeitete Composit endgültig unter Berücksichtigung aller Effekte berechnet und als Bildsequenz abgelegt. Die nötigen Parameter wie Format, Qualität, Auflösung, Speicherort usw. können dabei im Rendertool festgelegt werden.

Beim Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ werden alle Compositing-Aufgaben mit den Programmen Adobe AfterEffects 6.0, Discreet Combustion 4 und an dem Compositing-Arbeitsplatz Avid|DS Nitris HD bearbeitet. Dabei werden zum Schluss alle Szenen in den Avid|DS Nitris HD eingelesen, am Referenzbildschirm kontrolliert, die Bildgröße geändert und auf HDCAM bzw. auf BetaSP ausgespielt.

Als Referenzbildschirm kommt der 24 Zoll große Sony Multiformat HR



Abb. 5.4.1: Referenzmonitor: Sony Multiformat HR Trinitron

Trinitron BVM-D24 zu Einsatz. Er kann sowohl SD-Bilder mit 50Hz und 60Hz darstellen, als auch 1080/24p-Filme. Um zwischen den unterschiedlichen Formaten (4:3 und 16:9) und den verschiedenen Frequenzen umschalten zu können, besitzt er eine separat angeschlossene

Kontrolleinheit.

Die Verwendung von Referenzbildschirmen ist zum einen wichtig, da sie alle Formate darstellen können, und zum anderen stellen sie die Bilder genauso dar, wie sie später auf dem Fernseher abgebildet werden. Das ist wichtig da bei den Konsumenten ein beschnittenes Bild empfangen wird, das ca. 90% der eigentlichen Bildbreite umfasst. Außerdem entsprechen die Referenzmonitore den Fernsehgeräten auch in der Farbwiedergabe und der Bildwiederholungsfrequenz besser als Computermonitore.

[www 27] [www 28]

#### 5.4.1 FX\_009

In dieser Szene werden von mir mit dem Programm Adobe AfterEffects 6.0 zwei Baukräne hinter dem Flugzeug entfernt.

Die zu bearbeitenden Stellen werden dafür zuerst mit einer weichen Maskenkante maskiert. Die selbe Sequenz wird nun nochmal eine Ebene tiefer eingefügt und verschoben, so dass unter dem maskierten Bereich nicht mehr der Kran sondern nur noch der Himmel zu sehen ist. Dadurch wird der entsprechende Bereich durch die richtige Farbgebung aufgefüllt und das Filmkorn hat dann ebenfalls gleich die richtige Stärke.

Man hätte den Bereich auch mit einer einfachen Farbfläche auffüllen können, allerdings ist es schwierig den richtigen Farbton und die Stärke und Farbe des Filmkorns zu treffen.

Zur Verdeutlichung siehe Anlage D.05.

vorher:



nachher:



FX\_009

### 5.4.2 FX\_114

In dieser Szene ist ein Schild zu sehen, welches auf die KSZE-Konferenz in Helsinki aufmerksam macht. Allerdings ist dort die falsche Jahreszahl angegeben, die daher von 1985 auf 1986 geändert werden muss.

Dafür wird der Bereich der „9“ dupliziert und um 180° gedreht und perspektivisch angepasst. Nun wird diese neue Ebene auf das Schild an die richtige Stelle getrackt.

vorher:



nachher:



FX\_114

### 5.4.3 FX\_034 und FX\_142

Bei diesen beiden Szenen wird eine Fernglasmaße erstellt und über die Szene gelegt. Dadurch entsteht für den Zuschauer der Eindruck, man sehe die Szene jetzt aus der Perspektive des Betrachters, obwohl man normalerweise nur einen leichten kreisförmigen Rand sehen würde. Der Zuschauer ist allerdings an eine entsprechende Maske gewöhnt.

Die Fernglasmaße entsteht, indem man zwei gleichgroße runde Masken mit weichen Maskenkanten auf einer schwarzen Ebene erstellt.

vorher:

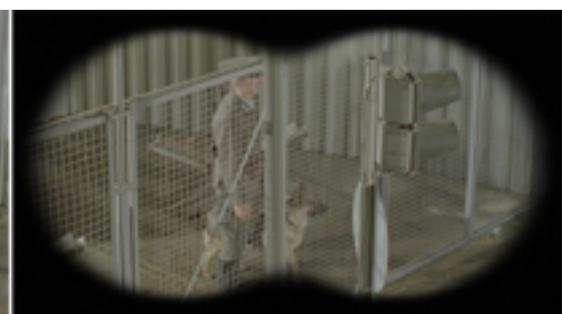


FX\_034

nachher:



FX\_142



### 5.4.4 FX\_100 und FX\_120

Von Stoiber Productions wurden hier im Vorfeld zwei unterschiedlich große Greenscreens geliefert. Sie wurden in der entsprechenden Farbe mit Trackingpunkten auf Fotopapier ausgedruckt, da Fotopapier die richtigen Reflexionen darstellt. Einer der Greenscreens wurde dann auf die Zeitung in Szene FX\_120 gedruckt.

Die Bilder, die erst später entstanden sind, werden auf den Greenscreen getrackt. Da die Bilder jedoch von den Fingern überdeckt werden müssen, wird das grün aus dem Original-Bild heraus gekeyt und die Trackingpunkte durch entsprechende Masken entfernt. Dabei ist darauf zu achten, dass der entstehende Schatten erhalten bleibt, aber keinen grünen Schimmer mehr behält. Falls dieses mit den entsprechenden Tools nicht gelingt, muss der entsprechende Schatten hingefakt werden. Der Tesafilmstreifen in Szene FX\_100 muss ebenfalls durch entsprechende Painteffekte gefakt werden, genauso wie die Reflexionen auf der Zeitung in Szene FX\_120, wenn sie bewegt wird.

vorher:



FX\_100

nachher:



FX\_120

### 5.4.5 FX\_040, FX\_150 und FX\_160

In diesen Szenen wird der grüne Hintergrund ausgetauscht. Dafür wird das Grün aus dem Bild heraus gekeyt, wobei darauf zu achten ist, dass der Vordergrund vollständig erhalten bleiben muss. Das richtige Hintergrundbild wird nun mit Hilfe von den Trackingpunkten auf den Verstrebungen des Wachturms getrackt, damit er die gleiche Bewegung macht wie das Realfilmmaterial. Anschließend werden diese Trackingpunkte durch den entsprechenden Painteffekt, wie beispielsweise Kopierstempel, entfernt.

vorher:

nachher:



FX\_040



FX\_150



FX\_160

#### 5.4.6 FX\_180 bis FX\_210

In diesen Szenen wird eine später gedrehte Reportage auf den Fernseher projiziert.

In den Szenen FX\_180 und FX\_190 bewegt sich niemand vor dem entsprechenden Bildausschnitt, die Kamera bewegt sich ebenfalls nicht, dadurch muss für diese Szenen kein bestimmtes Signal auf den Fernseher ausgegeben werden. Dieses ist aber für die Szenen FX\_200 und FX\_210 erforderlich. Dafür wurde im Vorfeld ein Bild erstellt, welches den entsprechenden Blauton und die Trackingpunkte enthält. Dieses Bild wurde nun als Signal an den Fernseher gegeben und dort auf dem Bildschirm ausgegeben.

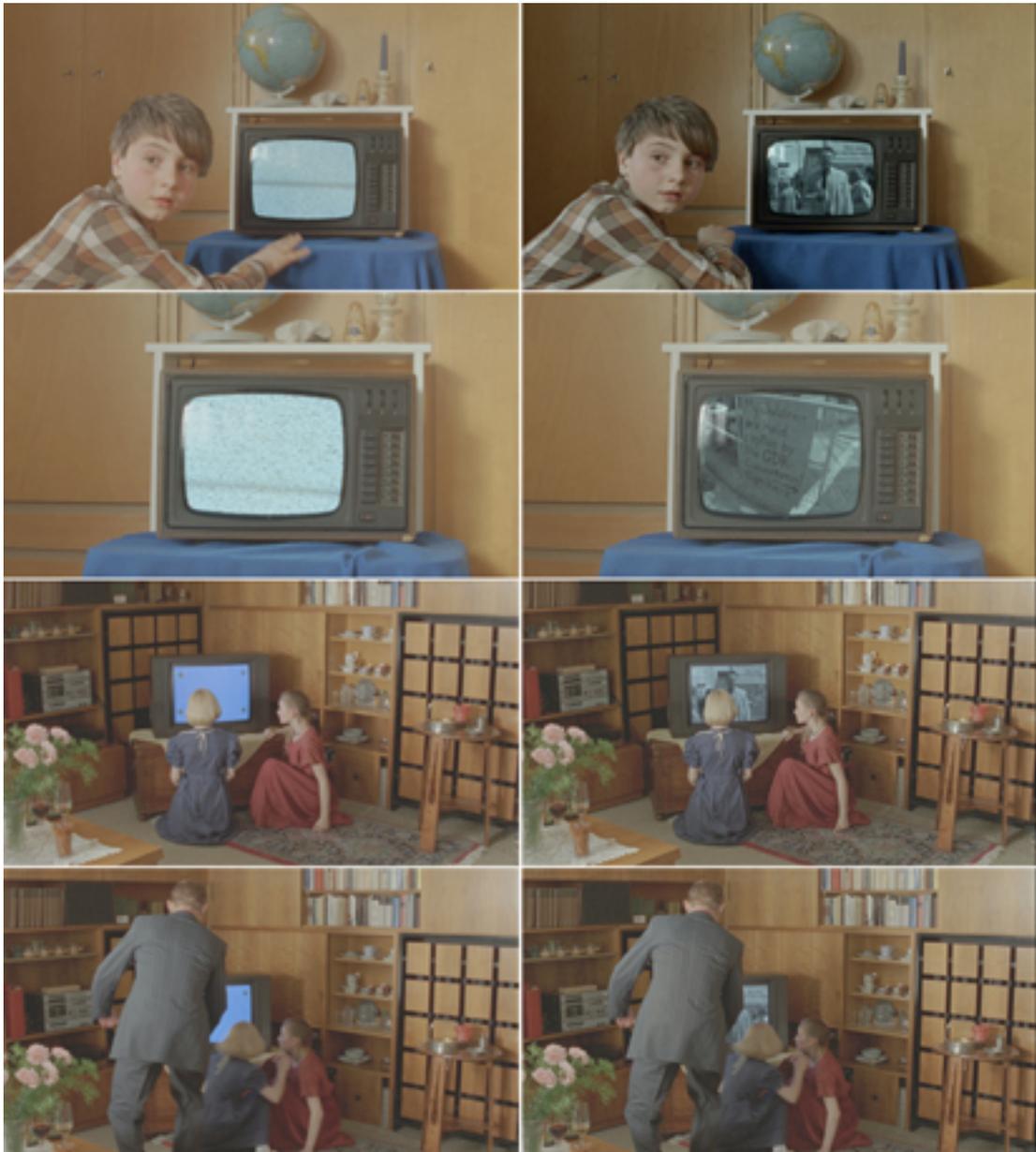
In diesen Szenen wurde jeweils mit einem blauen Bildschirm gearbeitet, da das normale Fernsehbild ebenfalls leicht blau abstrahlt und der so entstehende Schein auf den Darstellern natürlicher wirkt.

Die entsprechende Sequenz der Reportage wird nun auf den Fernseher gemappt und farblich angepasst. Dabei kann das natürliche Flackern der Bildschirme entsprechend übernommen werden.

Bei den Szenen FX\_200 und FX\_210 müssen zuvor noch das Blau und die Trackingpunkte entfernt werden.

vorher:

nachher:



FX\_180 bis FX\_210

### 5.4.7 FX\_144, FX\_164 und FX\_174

In diesen Szenen muss die Lagerhalle im Hintergrund von mir entfernt und anschließend die Häuserfront auf der rechten Seite erweitert werden.

Dafür werden im Programm Adobe AfterEffects 6.0 die betreffenden Stellen maskiert und so entfernt. Das Hintergrundbild ist ein Standbild, das von der Computeranimation geliefert wurde. Die beiden Ebenen werden farblich aneinander und an die erforderliche Lichtsituation angepasst.

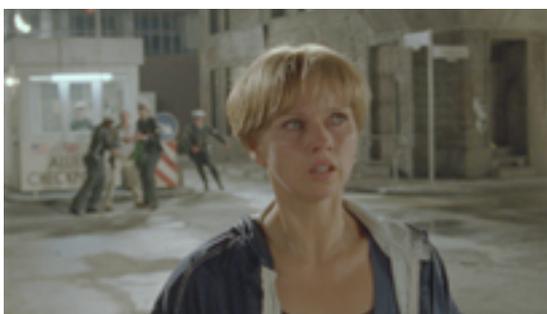
Die einzelnen Phasen sind in den Anlagen D.06, D.07 und D.08 zu sehen.

Damit der Hintergrund die Bewegungen des real gedrehten Vordergrundes mitmacht, wird er mit dem Programm Combustion 4 von Discreet von mir getrackt.

Dabei ist von mir darauf zu achten, dass die Marker zum Tracken richtig platziert werden. Wenn beispielsweise ein Marker auf dem rechts zu sehenden Haus und der andere auf der Baracke platziert wird, verschiebt sich der Hintergrund nicht korrekt mit sondern wird zusammen gequetscht, da sich das Haus und die Baracke im Laufe der Szene perspektivisch aufeinander zu bewegen. Entsprechend passiert das gleiche bei anderen Kombinationen. Deshalb ist es erforderlich, beide Marker auf dem selben Objekt zu platzieren. Da das Hintergrundbild die Erweiterung des Hauses auf der rechten Seite ist, empfiehlt es sich, dort die Marker zu setzen.

Außerdem müssen die beiden Punkte möglichst weit auseinander liegen, damit die Bewegung am genauesten verfolgt werden kann.

vorher:



FX\_144

nachher:





FX\_164



FX\_174

#### 5.4.8 FX\_020, FX\_030, FX\_060, FX\_090 und FX\_110

In diesen Szenen wird der Hintergrund ausgetauscht und einige Elemente im Vordergrund ergänzt.

Hierfür werden zuerst die einzelnen Elemente, die den Hintergrund bilden, zusammengefügt. Dieser besteht aus dem Himmel, der Häuserfassade, dem so genannten Fensterfix und einigen Effekten.

Bei dem Fensterfix handelt es sich um einen Layer, der einzelne Fenster farblich leicht verändert, damit der Hintergrund lebendiger wirkt.

Als Effekt wird unter anderem der Tiefenkanal mit einer leichten Unschärfe und einem Nebeneffekt verbunden, damit der Eindruck erweckt wird, die Häuser würden nach hinten hin in einem leichten Dunst verschwinden.

Die Elemente im Vordergrund werden mit Hilfe ihres Alphakanals entsprechend platziert und über die jeweiligen Ebenen gelegt.

Die einzelnen Elemente des Vordergrundes und des Hintergrundes sind in Anlage D.09 zu sehen.

Bei dem Dachdreck auf der Baracke wird der Layer nicht einfach über die

andere Ebene gelegt, sondern mit „multiplied“ nur die dunklen Stellen des Layers zu der anderen Ebene hinzuaddiert.

Alle Ebenen werden farblich aneinander und an die entsprechende Lichtsituation angepasst.

Damit der Hintergrund und die hinzugefügten Elemente des Vordergrundes die Bewegungen des real gedrehten Materials genau übernehmen, werden sie getrackt. Das ist bei diesen Szenen besonders wichtig, da diese besonders lange Kameraschwenks und -fahrten beinhalten.

Zusätzlich werden alle Elemente und das ursprüngliche Material stabilisiert. Dabei entsteht an den Seiten ein schwarzer Rand, der weg fällt indem in die Szene entsprechend stark hineingezoomt wird.

Zum Schluss werden noch alle Trackingpunkte entfernt.

vorher:

nachher:



FX\_020



FX\_030



FX\_060



FX\_090



FX\_110

#### 5.4.9 FX\_050, FX\_070, FX\_080, FX\_130, FX\_140, FX\_170 und FX\_230 bis FX\_270

In diesen Szenen muss der Hintergrund ausgetauscht werden. Dafür wird er aus den entsprechenden Ebenen erstellt. In den Nachtszenen beispielsweise besteht er aus dem Himmel, der Häuserfront und einem Fensterfix, welches einige Fenster erleuchtet und andere dafür abdunkelt.

Der zu ersetzende Bereich wird auf dem Vordergrundmaterial maskiert und so entfernt. Die beiden Ebenen (Vorder- und Hintergrund) werden farblich aneinander und an die entsprechende Lichtsituation angepasst.

Der Hintergrund wird nun getrackt, damit er die selbe Bewegung wie der real gedrehte Vordergrund macht.

Außerdem muss beispielsweise in Szene FX\_260 die Spiegelung der grünen

Wand auf dem Auto entfernt werden. Dafür wird die entsprechende Stelle maskiert und mit einer geeigneten Farbfläche aufgefüllt.

In der Szene FX\_230 müssen die Fenster des Wachturms von mir maskiert werden, damit die Häuser aus dem Hintergrund hindurch zu sehen sind.

Dafür werden die Bereiche zuerst im ersten Bild maskiert und daraus eine Alphamaske erstellt. Die Alphamaske besteht aus einer weißen Farbfläche mit schwarzen Partien, die zuvor maskiert wurden. Das Maskieren kann hierbei zum Beispiel über das Lumakey-Verfahren erfolgen. Die Alphamaske wird nun getrackt und so werden die Bereiche über die gesamte Sequenz freigestellt, indem die getrackte Alphamaske mit dem Vordergrund verbunden wird. Der Hintergrund durch die Fensterscheiben ist nun wieder zu sehen. Die einzelnen Phasen sind in Anlage D.10 zu sehen.

Am Schluss werden noch die Trackingpunkte entfernt.

vorher:

nachher:



FX\_050



FX\_070





FX\_080



FX\_130



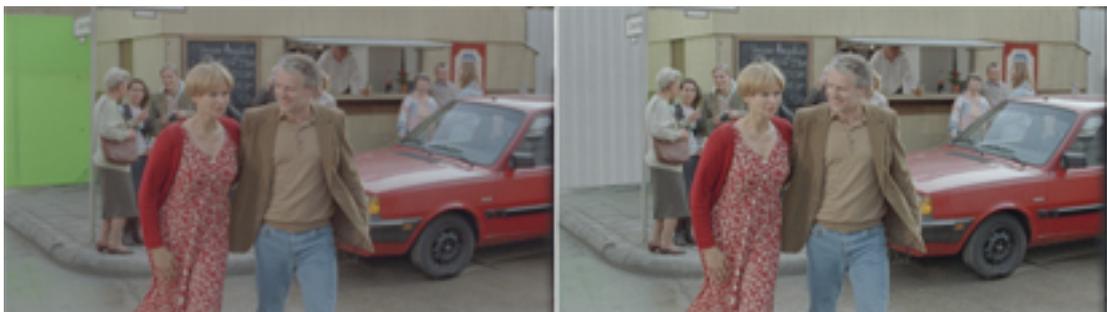
FX\_140



FX\_170



FX\_230



FX\_240



FX\_250



FX\_260



FX\_270

#### 5.4.10 FX\_220

In dieser Szene wird wieder der Hintergrund ausgetauscht und die entsprechenden Elemente im Vordergrund werden ergänzt. Die einzelnen Elemente wie beispielsweise die Hauswandaufweiterung und Lampen werden, wie in den anderen Szenen auch, getrackt, damit sie die Bewegung der Realfilmaufnahme übernehmen.

Außerdem müssen die Spiegelungen auf der Motorhaube und auf dem Armaturenbrett geändert beziehungsweise entfernt werden. Dafür kommen verschiedene Painteffekte zum Einsatz, wie zum Beispiel der Kopierstempel, mit dem der schwarze Streifen auf der linken Seite entfernt wird. Die Spiegelungen werden hingegen mit verschiedenen Farbflächen gefakt, damit zum Einen die grüne Wand nicht mehr zu erkennen ist und zum Anderen der helle Zwischenraum zwischen den Häusern aus dem Hintergrund sich an der richtigen Stelle befindet.

vorher:

nachher:



FX\_220

#### 5.4.11 FX\_280

In dieser Szene wird der Hintergrund und der Himmel ersetzt. Außerdem wird die Szene mit dem Abschlussbild durch den Schwenk in den Himmel verbunden.

Zuerst werden Masken erstellt, um den nicht erwünschten Hintergrund aus der Szene zu entfernen. Anschließend wird der neue Hintergrund erstellt, indem alle benötigten Elemente zusammengefügt werden. Außerdem werden die entsprechenden Elemente wie Flagge, Mauer mit zugemauerten Fenstern und die Hauswandaufweitung zum Vordergrund hinzugefügt.

Alle Elemente werden getrackt, damit sie die Bewegung des real gedrehten Vordergrundes übernehmen.

Der Himmel wird aus der Abschlusszene übernommen, indem ein Standbild eingefroren wird. Dieses Bild muss nach oben hin erweitert werden, da der Schwenk der eigentlichen Szene weiter reicht als der Schwenk der Abschlusszene. Außerdem wird dem eingefrorenen Bild noch ein bewegtes Korn hinzugefügt. Am Schluss wird der Übergang vom Schwenk dieser Szene nach oben und dem Schwenk der Abschlusszene nach unten

ineinander geblendet.

Die Trackingpunkte müssen in dieser Szene ebenfalls von mir entfernt werden. Dies geschieht, wie in der Szene FX\_009, indem die einzelnen Punkte zuerst mit einer weichen Maskenkante maskiert und so entfernt werden. Die selbe Sequenz wird nun nochmal eine Ebene tiefer eingefügt und verschoben, so dass unter dem maskierten Bereich nicht mehr die Punkte zu sehen sind, sondern nur noch die freie Wand. Dadurch wird der entsprechende Bereich durch die richtige Farbgebung aufgefüllt und das Filmkorn hat dann ebenfalls gleich die richtige Stärke. Dabei ist von mir darauf zu achten, dass die Linien, die auf dem Wellblech zu sehen sind, gleichmäßig durchlaufen und es an den entsprechenden Stellen zu keinen Verschiebungen kommt. Je nach Lage der Punkte wird die Hintergrundebene nach oben, unten, nach rechts oder nach links verschoben. Die einzelnen Phasen sind in Anlage D.11 zu sehen.

vorher:

nachher:



FX\_280



FX\_280

### 5.4.12 FX\_010

In dieser Szene werden die einzelnen Ebenen übereinander gelegt, also die Hintergrundsequenz, mit dem Flug über die Wolken, das Flugzeug und die Wolken.

Die einzelnen Ebenen werden farblich aneinander angeglichen und unter anderem die Farbe des Flugzeuges im Verlauf so geändert, das es am Anfang der Szene dunkler ist als am Ende.

Für die Wolken werden verschiedene Masken angefertigt, damit der Eindruck erweckt werden kann, dass das Flugzeug durch die Wolken hindurch fliegt. Außerdem wird in 2D die Triebwerksabluft realisiert.

vorher:



FX\_010

nachher:



## 5.5 Schnitt

Der eigentliche Schnitt wird nicht bei Fritz Stoiber Productions vorgenommen. Normalerweise ist der Schnitt unterteilt in Rohschnitt und Feinschnitt. Im Rohschnitt wird das gedrehte Material zuerst in die richtige Reihenfolge gebracht, gekürzt und unwichtige oder doppelte Szenen werden entfernt. Im Feinschnitt wird mit Bildübergängen die Dynamik des Films bestimmt.

In dem Avid Media Composer Version 11.0 wird die EDL, die vom Schnitt geliefert wurde, importiert. Dadurch erhält man eine Sequenz in der die Clips, die später durch Effekt-Szenen ersetzt werden, vorhanden sind. Diese sind allerdings als offline markiert, da zwar ein Verweis auf die gewünschte Filmsequenz existiert, aber dort das Filmmaterial nicht hinterlegt ist. Sie geben aber die genaue Clip-Länge und -Position an.

Nun werden die Szenen von dem gelieferten BetaSP-Material in den Avid eingelesen und genau über die Clips aus der EDL gelegt. Dabei werden auch die Szenen eingelesen, die direkt vor bzw. hinter den Effekt-Szenen liegen, um später die bearbeiteten Bilder im Ablauf besser kontrollieren zu können.

Die fertigen Effekt-Szenen werden ebenfalls in den Avid eingelesen und frame genau über der jeweiligen Vorlage platziert.

Für die Abnahme werden zur besseren Erkennung die FX\_Nr. als Titel eingeblendet. Außerdem werden die bearbeiteten Bilder mit „resize“ in das Letterbox Format gebracht, um ein einheitliches Erscheinungsbild mit den BetaSP-Szenen zu erhalten. Dieses Material wird für die Abnahme dann auf BetaSP ausgespielt.

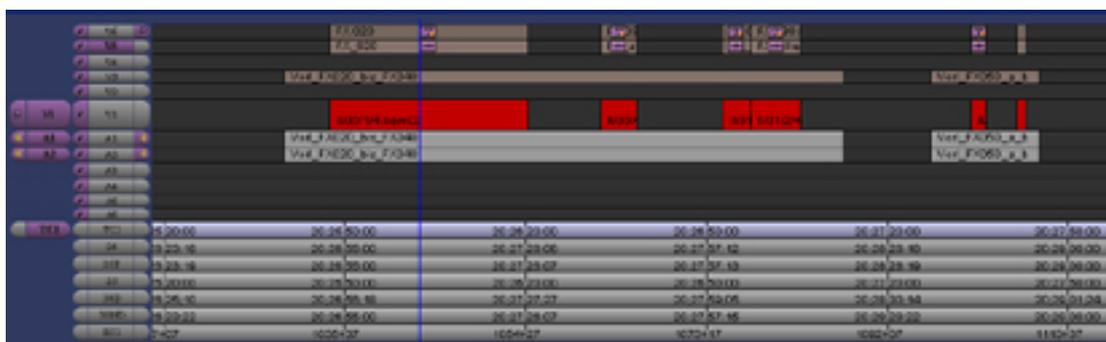


Abb.5.5.1:Ausschnitt aus der Timeline im Avid

An dem Schnitt kann man außerdem die genaue Länge der Effekt-Szenen erkennen und überprüfen. Für die Abgabe wird eine Timecodeliste erstellt, in der die genaue Länge der Szenen angegeben wird. Das ist wichtig, da die Effekt-Szenen länger abgetastet und bearbeitet werden, als sie im fertigen Schnitt eingefügt werden.

## 6 Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit beschreibt die Entstehung der Visuellen Effekte für den Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ und gibt einen Überblick über einige Methoden der analogen und digitalen visuellen Effekte in der Filmindustrie.

Alle allgemeinen Gegebenheiten wie zum Beispiel das verwendete Filmformat, die Abtastung und die verwendeten Dateiformate werden ebenfalls beschrieben.

In der Vorbereitungszeit für den Film mussten Animatics erstellt werden, für die das Set von mir digital nachgebaut worden ist. Außerdem wurden während der Dreharbeiten von mir 3D-Trackingtests durchgeführt, um das geeignete Trackingprogramm zu ermitteln. Das entsprechende Verfahren wird in Kapitel 5.2 genau erläutert.

In der Umsetzungsphase durchlaufen alle zu bearbeitenden Szenen die folgenden Stationen:

- Tracking und Stabilizing,
- die Bereiche der Computeranimation,
- das Compositing und
- den Schnitt.

Dabei wurden alle 3D-Trackings von mir durchgeführt. Die 2D-Trackings und das Stabilizing wurden im Compositing erledigt.

In der Computeranimation wurde von Erfried Prenissl und Christian te Kock der Osten am Berliner Grenzübergang Checkpoint Charlie digital ergänzt, da das Set in Leipzig nur teilweise aufgebaut wurde. Alle dafür benötigten Elemente wie beispielsweise Häuser, Straßenlampen und Autos wurden zuerst modelliert, erhielten dann eine Textur, wurden beleuchtet und dann die ganze Szene animiert und gerendert.

Im Compositing wurden alle dabei entstehenden Bilder mit den Realfilmaufnahmen kombiniert.

Außerdem wurden hier einige Szenen retuschiert, wie beispielsweise von mir die Szene FX\_009, wo ein Kran hinter einem Flugzeug entfernt werden musste. Und es wurden einige Greenscreens durch anderes Material ausgetauscht, wie beispielsweise in den Szenen FX\_180 bis FX\_210, wo

eine später gedrehte Reportage auf einen Fernseher projiziert werden musste.

Die Compositing-Arbeiten wurden von Stephan Braun, Anne Fuhrmann und einige Szenen von mir durchgeführt. Dabei habe ich einige Retusche-Arbeiten, wie beispielsweise das Entfernen von 2 Baukränen hinter einem Flugzeug (FX\_009) oder von Trackingpunkten, erledigt. Außerdem wurde das komplette Compositing der Szenen gegen Westen (FX\_144, FX\_164 und FX\_174) von mir erstellt.

Die Aufgabe, die fertigen Szenen zur Kontrolle in den Avid einzulesen, zu platzieren und zu bearbeiten, wurde ebenfalls von mir durchgeführt.

Im Anhang dieser Arbeit befindet sich unter anderem eine DVD mit allen bearbeiteten Effekt-Szenen. Dabei ist jeweils zuerst zu sehen, wie das Material an Fritz Stoiber Productions von der Abtastung geliefert worden ist und im Anschluss, wie die Szenen an PostPerfekt weiter gegeben worden sind (Anlage D.12).

In Anlage D.13 befinden sich einige Bilder von den Dreharbeiten in Leipzig, für den Blick hinter die Kulissen.

## 7 Ausblick

Im Dezember 2006 wurde der Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“ erstmals in Berlin auf einer Leinwand vorgeführt. Anwesend waren einige der Hauptdarsteller wie beispielsweise Veronica Ferres und die Verantwortlichen der Co-Produktion, die aus der UFA Fernsehproduktion, dem Mitteldeutschen Rundfunk, dem Bayrischen Rundfunk, dem Rundfunk Berlin-Brandenburg, der ARD Degeto und ARTE besteht.

Allen Anwesenden hat der Film sehr gut gefallen und was in Bezug auf das Thema dieser Abschlussarbeit besonders erfreulich ist: den Zuschauern sind keine Effekte aufgefallen.

Von dieser Behauptung kann man sich selbst überzeugen, denn der voraussichtlich erste Sendetermin ist im Jahr 2007, passend zum Thema des Films, der Tag der deutschen Einheit.

## 8 Anhang

### A Glossar

1:1,66	1,66 = Seitenverhältnis 5:3
1080/24p	Abkürzung für: 1080 aktive Zeilen; Bildwechselfrequenz von 24 Vollbildern durch progressive Abtastung
2. Generation	Bei Vervielfältigungstechniken, in denen von einer Kopie weitere Kopien gezogen werden können, wie z.B. Film, Magnetband, Fotokopie, spricht man von Generationen. Das Original ist stets die 1. Generation, die Kopie die 2. Generation, die Kopie der Kopie die 3. Generation usw. Üblicherweise wird die Anzahl der Generationen möglichst klein gehalten, um den Kopierverlust zu minimieren, also den Verlust von Information durch technische Unvollkommenheiten des Prozesses.
2D-Tracking	Siehe Kapitel 5.2.1.1
2k	2k ist die Bezeichnung für eine standardisierte Filmauflösung mit $2048 \times 1556 = 3186688$ Bildpunkten. Dabei kommt eine Farbtiefe von 8 Bit zum Einsatz. Der Name 2k leitet sich aus der horizontalen Pixelanzahl her.
3DE	Steht für 3D-Equalizer und ist ein 3D Kamera-Tracker, der in der Lage ist, mit Hilfe von Trackingpunkten aus dem aufgenommenen Material die Kamerabewegung zu analysieren und in 3D-Koordinaten umzurechnen.

---

3D-Tracking	Siehe Kapitel 5.2.1.2
4:2:2	Dabei werden für die beiden Chrominanzkomponenten ( $C_R$ und $C_B$ , je 6,75 MHz) zusammen genauso viele Pixel erfasst wie für die Helligkeitskomponente ( $Y$ , 13.5 MHz). Man spricht hierbei von einer horizontalen Farbunterabtastung, die allerdings vom Auge nicht wahrnehmbar ist.
Abtastung	Darunter versteht man die Umwandlung eines Bildes in digitale oder analoge Daten.
Alphakanal	Der Alphakanal ist ein zusätzlicher Farbkanal in digitalen Bildern, der zusätzlich zu den in einem Farbraum kodierten Farbinformationen die Transparenz bzw. Durchsichtigkeit der einzelnen Bildpunkte speichert.
Algorithmus	Unter einem Algorithmus versteht man allgemein eine genau definierte Handlungsvorschrift zur Lösung eines Problems oder einer bestimmten Art von Problemen. Algorithmen können in Programmablaufplänen grafisch dargestellt werden.
analog	Analoge Signale sind sowohl zeit- als auch wertkontinuierlich, d.h. innerhalb eines bestimmten Bereiches können sie unendlich viele Zeitstufen und Werte annehmen. Graphisch dargestellt ergibt ein analoges Signal eine durchgängige Kurve.
Animatic	Ist ein gefilmtes Storyboard, das im Computer entsteht. Dafür werden stark datenreduzierte

---

	Modelle der jeweiligen Objekte angefertigt und nach den Anweisungen im Storyboard animiert.
Animation	Siehe Kapitel 5.3.4
ASCII	ASCII (American Standard Code for Information Interchange) ist eine 7-Bit-Zeichenkodierung und bildet die US-Variante von ISO 646 sowie die Grundlage für spätere mehrbittige Zeichensätze und -kodierungen.
Auflösung	Die Auflösung gibt an, aus wie vielen Bildpunkten sich ein Bild zusammensetzt.
BetaSP	Steht für Betacam SP (Superior Performance) und ist das meist genutzte analoge, professionelle ½ Zoll MAZ-Format. Es arbeitet mit Komponentenaufzeichnung eines 4:2:2 Farbdifferenzsignals. Zudem bietet es 2 longitudinale Tonspuren, 2 AFM-Tonspuren und eine Spur für den Time-Code. Der Audiofrequenzbereich reicht von 50 Hz bis 15 kHz.
Belichtung	Der Begriff Belichtung bezeichnet das Belichten eines Filmes oder Bildsensors in der Fotografie oder beim Filmen.
Belichtungsmaterial	Ist das Filmmaterial
Bit	Ein Bit ist eine Binärzahl (0 oder 1) und bildet die kleinste digitale Informationseinheit. Es ist die Abkürzung für das englische „binary digit“. 8 Bit ergeben 1 Byte, womit sich eine Dezimalzahl

---

	zwischen 0 und 255 darstellen lässt. $n$ Bit ergeben $2^n$ Informationen.
bit/s	Bit pro Sekunde steht für die Datenmenge, die pro Sekunde übertragen wird.
Blende	Blende bezeichnet beim Film einen weichen Schnitt, wie z.B. eine Überblendung oder eine Trickblende.
Blinn-Shader	Siehe Kapitel 5.3.2
Bluescreen	Bluescreen kann eine Leinwand, ein Stoff oder gar ein ganzes virtuelles Studio sein. Das Charakteristische daran ist seine blaue Farbe, die in dieser Zusammensetzung nicht in der Natur vorkommt. Deshalb kann sie sehr gut von ihrem Vordergrund getrennt werden.
CAD	Bedeutet Computer Aided Design. Mit CAD-Programmen erstellt man nicht nur technische Zeichnungen. Mit den aufwändigeren Programmen werden zunächst einmal dreidimensionale Volumenmodelle erstellt. Daraus können zwei- oder dreidimensionale Zeichnungen und sogar bewegte Visualisierungen der Objekte abgeleitet werden.
camera motion path	Bewegungspfad der Kamera
CCD-Chip	CCD steht für Charge Coupled Device. Ein aus Sensoren bestehendes Element (im Camcorder hinter dem Objektiv), das Licht in elektrische

Impulse umwandelt.

CD-Rom	CD-ROM ist die Abkürzung für Compact Disc Read-Only Memory. Eine CD-ROM speichert digitale Daten dauerhaft. Sie ist nach der Audio-CD die zweite Anwendung der Compact Disc.
CGI	CGI bedeutet Computer-Generated Imagery und ist der englische Fachausdruck für mittels 3D-Computergrafik erzeugte Bilder im Bereich der Filmtechnik und Visual Effects (Spezialeffekte).
Chrominanz	Die Chrominanz setzt sich aus den Informationen Farbton und Farbsättigung zusammen.
Composting	Siehe Kapitel 5.4
Cutter	Cutter ist eine ungeschützte Berufsbezeichnung aus der Film- und Fernsehproduktion.
DigiBeta	Steht für Digital Betacam und ist das verbreitetste Format im professionellen Bereich. Es arbeitet mit einer geringen Datenreduktion, aber es kommt selbst nach vielen Generationen zu keinem merklichem Qualitätsverlust.
digital	Digitale Signale sind wert- und zeitdiskret, d.h. innerhalb eines bestimmten Bereiches können an gewissen Stufen (zeitdiskret) nur bestimmte Werte (wertdiskret) eingenommen werden. Graphisch dargestellt ergibt sich ein digitales Signal aus einzelnen vertikalen Strichen zu festgelegten Werten.

---

Digital Production	Fachzeitschrift; <a href="http://www.digitalproduction.com/">http://www.digitalproduction.com/</a>
DPX	Steht für Digital Moving-Picture Exchange. Siehe Kapitel 5.1
DVD	DVD steht für Digital Versatile Disc und ist ein digitales Speichermedium, sie zählt zu den optischen Datenspeichern. Es besteht eine Speicherkapazität von 4,7 GB in der kleinsten Version.
DXF	Steht für Drawing Exchange Format. Siehe Kapitel 4
Echtzeit	Im Rendering von Bildern oder Filmen: Echtzeit-Rendering ist dabei die Berechnung von Bildern in der Geschwindigkeit, wie es die Anzeige verlangt.
EDL	Bedeutet „Edit Decision List“; Siehe Kapitel 3.1
Emulsion	Filmemulsion ist die lichtempfindliche Schicht auf Filmmaterial.
Fensterfix	Ist ein einzelner Layer, indem die Fenster leicht verändert werden, damit sie beispielsweise nicht immer gleich aussehen.
field	Ist mit dem deutschen Begriff Halbbild gleichzusetzen, während Vollbild im Fachjargon als frame bezeichnet wird. Zwei fields ergeben ein frame.
Film Aspect	Ist das Seitenverhältnis; Beispiel 16:9 = 1,78:1

---

Filmkorn	Siehe Kapitel 5.1
Filmprojektor	Ein Filmprojektor dient dazu, den mit einer Filmkamera aufgezeichneten Bildstreifen auf eine Bildwand zu projizieren. Dabei werden pro Sekunde 24 Standbilder gezeigt.
fine adjust	Feinabstimmung
fixed	Festgelegt
forward	Vorwärts
frame	Ist mit dem deutschen Begriff Vollbild gleichzusetzen, während Halbbild im Fachjargon als field bezeichnet wird.
Freistellung	Freistellung bedeutet in der Fotografie, in der Drucktechnik und in der Computergrafik die Befreiung eines Motivs von einem störenden Hintergrund.
FX_Nr.	Ist eine eindeutige Kennzeichnung der einzelnen Effekt-Szenen.
G	Giga = 1.000.000.000 = $10^9$
Greenscreen	Greenscreen kann eine Leinwand, ein Stoff oder gar ein ganzes virtuelles Studio sein. Das Charakteristische daran ist seine grüne Farbe, die in dieser Zusammensetzung nicht in der Natur vorkommt. Deshalb kann sie sehr gut von ihrem Vordergrund getrennt werden.

---

GUI	Graphical User Interface = grafische Benutzeroberfläche
HD	High Definition = hohe Auflösung
HDCAM	Ist der HD-Nachfolger von der Digital Betacam.
High-end	High-End bezeichnet eine besonders fortentwickelte Technologie.
Hydraulik	Ist die Lehre vom Strömungsverhalten der Flüssigkeiten.
Hz	Hertz ist die Maßeinheit für die Frequenz. Schwingungen pro Sekunde (Kehrwert)
invalid	Ungültig
k	Kilo = 1000 = $10^3$
Keyframe	Schlüsselbild
KSZE	Konferenz über Sicherheit und Zusammenarbeit in Europa
Kulisse	<p>Kulissen sind die Gesamtheit der traditionellen Bühnenbilder bei Theateraufführungen oder Drehorte bei Film- bzw. Fernsehproduktionen. Sie bilden die bildhafte Umgebung des Schauspiels. Im Vordergrund agieren die Darsteller unter direkter oder indirekter Einbindung der Kulissen.</p> <p>Ein Ausschnitt aus dieser Kulisse wird als Teilkulisse bezeichnet.</p>

---

Lambert-Shader	Siehe Kapitel 5.3.2
Layer	Layer ist englisch für Ebene.
Letterbox	Ein 16:9 Bild wird in das 4:3 Format gebracht. Die Proportionen werden beibehalten und das Bild soweit geschrumpft, bis die Bildbreite passend für einen 4:3 Fernseher ist. Oben und unten bleiben dann jedoch Bereiche ohne Bildinformationen übrig; das Bild erscheint wie durch einen Briefkastenschlitz betrachtet – daher der Name Letterbox.
Luminanz	Die Luminanz (Y) oder Bildhelligkeit ist der Begriff in der Videotechnik, der als Maß für die Lichtstärke in Candela pro Fläche in Quadratmeter verwendet wird.
Mapping	Es dient dazu, die Oberflächen dreidimensionaler Oberflächenmodelle mit zweidimensionalen Bildern – sogenannten „Texturen“ – und Oberflächeneigenschaften auszustatten.
Matchmoving	Anderes Wort für 3D-Tracking
Maya	Ist ein 3D-Programm von Autodesk früher Alias.
MAZ	Magnetaufzeichnung
MEL	Maya Embedded Language; Siehe Kapitel 5.3.4
Metadaten	Metadaten sind Daten über die Daten. Darunter versteht man alle Informationen, die ein System

---

	über die eigentlichen Nutzdaten, mit denen gearbeitet wird, speichert.
Modelling	Siehe Kapitel 5.3.1
Morphen	<p>Morphing ist ein computergenerierter Spezialeffekt bei Ton- oder Bildaufzeichnungen. Beim Morphing werden zwischen zwei Einzelbildern bzw. zwei Klängen Zwischenübergänge berechnet.</p> <p>Im Gegensatz zur Überblendung beim Film wird beim Morphing ein Bild in ein anderes Bild überführt. Dabei versucht man, ausgehend von einem Quellbild, einen möglichst realistischen Übergang zu einem Zielbild zu erzeugen.</p>
Negativfilm	<p>Als Negativfilm bezeichnet man einen fotografischen Film, dessen Farben oder Grauwerte in den umgekehrten Abstufungen aufgezeichnet und entwickelt werden. Durch die erneute Farbumkehr bei der Entwicklung der Abzüge ergibt sich ein farb- und tonwertrichtiges Bild. Negativfilme gibt es in allen Aufnahmeformaten.</p>
Nodalpunkt	Drehpunkt im Brennpunkt des Objektivs
Normalgeschwindigkeit	<p>Im Film: 24 Bilder pro Sekunde</p> <p>Im PAL-Fernsehen: 25 Bilder pro Sekunde</p> <p>Im NTSC-Fernsehen: 30 Bilder pro Sekunde</p>
Nurbs-Kurven	Siehe Kapitel 5.3.1
obsolete	Veraltet

---

Painteffekte	Maleffekte, wie beispielsweise Pinsel und Farbflächen
Parallaxe	Siehe Kapitel 5.2.1.2
Pattern	Muster
Photon Mapping	Photon Mapping oder auch Photonenkartierung ist ein von Henrik Wann Jensen 1995 veröffentlichter Algorithmus der Bildsynthese, der vornehmlich als Erweiterung von Raytracing-basierten Verfahren genutzt wird.
Pixel	<p>Das Ziel von Photon Mapping ist es, die globale Beleuchtung einer Szene effizient zu ermitteln und somit realistische Bilder bei geringerem Zeitaufwand zu erzeugen.</p> <p>Ist die Abkürzung für Picture Element. Ein Pixel ist die kleinste quadratische Flächeneinheit eines digitalen Bildes und wird häufig auch als Bildpunkt bezeichnet.</p>
Pixel Aspect	Ist das Pixelseitenverhältnis; Es stellt den Quotienten aus der Breite eines Pixels $x$ und seiner Höhe $y$ dar. Bei quadratischen Pixeln ist der Pixel Aspect = 1.
Planare	Siehe Kapitel 5.3.1
Plastilin	Plastilin ist eine kittartige Masse zum Modellieren.
Pneumatik	Es bezeichnet den Einsatz von Druckluft in

---

	Wissenschaft und Technik.
Pointgroup	Gruppe von Punkten
Polygone	Siehe Kapitel 5.3.1.
Positivfilm	Als Positivfilm, oder Diafilm und Umkehrfilm, bezeichnet man einen fotografischen Film, dessen Farben oder Grauwerte unmittelbar in ihren natürlichen Abstufungen sichtbar sind, und nicht wie in den umgekehrten Abstufungen auf einem Negativfilm.
Postproduktion	Die Postproduktion umfasst sämtliche Aktionen, die nötig sind, um einen bereits abgedrehten Film fertig zustellen.
Producer	Producer bilden das Bindeglied zwischen Redaktion, Produzent und Sender sowie zu den Autoren, Regisseuren und Kameraleuten.
Produzent	Ein Produzent bilden das Bindeglied zwischen Redaktion, Produzent und Sender sowie zu den Autoren, Regisseuren und Kameraleuten, verwaltet im Gegensatz zum Producer aber auch das Budget.
Pyrotechnik	Die Pyrotechnik weist auf eine Technik in Verbindung mit – meist explosiv ablaufender – Verbrennung hin.
Radiosity	Radiosity bzw. Radiosität ist neben Raytracing eines der beiden großen Verfahren zur

realistischen Bildsynthese komplexer Szenen vorrangig in der 3D-Computergrafik. Es beruht auf dem Energieerhaltungssatz: alles Licht, das eine Fläche empfängt und nicht absorbiert, muss sie wieder reflektieren. Außerdem kann eine Fläche auch selbstleuchtend sein.

Das Radiosity-Verfahren basiert auf der Annahme, dass alle Oberflächen ideal diffuse Reflektoren bzw. alle Lichtquellen ideal diffuse Strahler sind. Ideal diffus bedeutet dabei, dass Licht in alle Richtungen gleichmäßig reflektiert bzw. abgestrahlt wird.

Raytracing

Raytracing oder Strahlenverfolgung ist ein auf der Aussendung von Strahlen basierender Algorithmus zur Verdeckungsrechnung, also zur Ermittlung der Sichtbarkeit von dreidimensionalen Objekten ab einem bestimmten Punkt im Raum. Ebenfalls mit Raytracing bezeichnet man mehrere Erweiterungen dieses grundlegenden Verfahrens, die den weiteren Weg von Strahlen nach dem Auftreffen auf Oberflächen berechnen.

Redakteur

Ein Redakteur ist ein Journalist in Presse, Hörfunk, Fernsehen oder anderen Medien, der innerhalb der Redaktion für ein bestimmtes Sachgebiet, ein Ressort, zuständig ist.

reference frames

Referenzbilder

Referenzbilder

Siehe Kapitel 5.2.1.2

---

Regie	Regie bedeutet die verantwortliche künstlerische Leitung eines Films durch einen Regisseur der Darstellenden Kunst, also bei Theater, Oper, Film, Hörfunk und Fernsehen.
Regisseur	Ein Regisseur führt Regie und ist damit traditionell neben dem Schauspieler die entscheidende Person bei der Aufführung eines Films.
Rendering	Siehe Kapitel 5.3.5
Retusche	Retusche ist die nachträgliche Verbesserung bzw. Veränderung einer Oberfläche oder eines Fotos (oft in Handarbeit) bzw. einer Computergrafik.
Schnitt	Siehe Kapitel 5.5
SD-Bilder	Standard Definition-Bilder
Sequenz	Ist eine sinnvolle Reihung von Szenen.
Shader	Siehe Kapitel 5.3.2
Stabilizing	Siehe Kapitel 5.2.2
Streulicht	Als Streulicht wird ein diffuses Licht bezeichnet, das durch Reflexionen auf Objekte fallen kann, z.B. ein blauer Schein auf Darstellern vor einem Bluescreen.
Stuntman	Ein Stuntman ist das Double eines Filmschauspielers und übernimmt in schwierigen und gefährlichen Szenen dessen Rolle.

---

Szene	Ein Abschnitt eines Films, der sich aus mehreren Einstellungen zusammensetzt. Der Umfang einer Filmszene wird meist durch den Schauplatzwechsel bestimmt.
Teilkulisse	Ein Ausschnitt aus einer Kulisse.
Texturen	Siehe Kapitel 5.3.2
Texturing	Siehe Kapitel 5.3.2
Tiefenkanal	Siehe Kapitel 5.3.5
Timecode	Der Timecode hat immer das Format: Stunde:Minute:Sekunde:Frame
Timecodeliste	Liste z.B. aller Effekt-Szenen mit den Anfangs- und End-Timecodes.
Tracking	Bedeutet auf deutsch verfolgen; Siehe Kapitel 5.2.1
Trackingpunkte	Siehe Kapitel 5.2.1
unknown	Unbestimmt
userdef	Abkürzung für User definiert
valid	Gültig
virtuell	Als virtuell gilt die Eigenschaft einer Sache, die nicht in der Form existiert, in der sie zu wirken scheint, aber in ihrem Wesen und ihrer Wirkung

einer real existierenden Sache gleichartig ist.

Zoll

Maßeinheit

zoomen

In ein Bild hinein vergrößern.

## B Literaturverzeichnis

### Bücher

- [Blo 03] Bloch, Christian: „Praktischer Einsatz von High Dynamic Range Imaging in der Postproduktion“,  
Diplomarbeit an der Hochschule Leipzig (FH), 2003
- [Gie 01] Giesen, Rolf: „Lexikon der Special Effects“,  
Berlin: Lexikon Imprint Verlag, 2001
- [Hb 00] Handbuch: 3D-Equalizer Version 3 R1 Manual Rev. 2“,  
Dortmund: Science.D.Visions, 2000
- [Hb 05] Handbuch: „3D-Equalizer Version 3 Release 5 Manual“  
Dortmund: Science.D.Visions, 200
- [Mon 00] Monaco, James; deutsche Fassung:Hans-Michael Bock:  
„Film und Neue Medien - Lexikon der Fachbegriffe“,  
Reinbek: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, 2000
- [Mul 02] Mulack, Thomas; Giesen, Rolf: „Special Visual Effects:  
Planung und Produktion“,  
Gerlingen: Bleicher Verlag, 2002 (Produktionspraxis; Bd. 10)
- [Sck 03] Sckommodau, Katharina: „3D-Modelling – Grundlagen und  
kreatives Gestalten“, München: Addison-Wesley Verlag, 2003

### Zeitungen und Fachzeitschriften

- [dpSch 97] Schneider, Hans Dieter: „Viva Dance 8 mit 3D Equalizer“,  
in Digital Production, 4/97, S.70-78
- [dp04 97] „3D-Equalizer“, in: Digital Production, 4/97, Seite 79
- [dp02 98] „3D Equalizer V2 R6- Gut getrackt ist halb gewonnen“,  
in: Digital Production, 2/98, S.243-245
- [dp02 99] „Die Geschichte der Visual Effects“, in: Digital Production,  
2/99, S.234-242
- [dp03 99] „Die Geschichte der Visual Effects-Teil2“, in: Digital Production,  
3/99, S.162-172
- „Digital gerüstet: Sara Amerika“, in: Digital Production,  
3/99, S.178-182

- [dp04 99] „Geschichte der Character Animation“, in Digital Production, 4/99, S.259-267
- [ppWil 99] Dr. Willim, Bernd: „Technik und Emotionen“, in: Professional Production, 12/1999, S.20-22

## Internet

Die folgenden Seiten sind auf der DVD Anlage D.14 zu finden:

- [www 01] <http://www.mdr.de/boulevard/2892885.html>
- [www 02] <http://www.mdr.de/presse/mdr-im-ersten/2766372.html>
- [www 03] <http://www.ufa.de/index.php/Produktionen/Detail/id/...1011233/back/1>
- [www 04] <http://www.ufa.de/index.php/Presse/PressemitteilungDetail/...myid/1010384>
- [www 05] <http://www.movie-college.de/filmschule/postproduktion/...negativschnitt.htm>
- [www 06] <http://www.optical-art.de/Scannen.html>
- [www 07] <http://de.wikipedia.org/wiki/Postproduktion>
- [www 08] [http://de.wikipedia.org/wiki/Optischer\\_Printer](http://de.wikipedia.org/wiki/Optischer_Printer)
- [www 09] <http://de.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCckprojektion>
- [www 10] <http://de.wikipedia.org/wiki/Frontprojektion>
- [www 11] <http://de.wikipedia.org/wiki/Motion-Control-Fotografie>
- [www 12] <http://de.wikipedia.org/wiki/Stop-Motion>
- [www 13] <http://de.wikipedia.org/wiki/Go-motion>
- [www 14] <http://de.wikipedia.org/wiki/Animatic>
- [www 15] <http://de.wikipedia.org/wiki/Storyboard>
- [www 16] [http://de.wikipedia.org/wiki/Globale\\_Beleuchtung](http://de.wikipedia.org/wiki/Globale_Beleuchtung)
- [www 17] [http://de.wikipedia.org/wiki/High\\_Dynamic\\_Range\\_Image](http://de.wikipedia.org/wiki/High_Dynamic_Range_Image)
- [www 18] [http://www.movie-college.de/filmschule/kamera/super\\_16.htm](http://www.movie-college.de/filmschule/kamera/super_16.htm)
- [www 19] [http://de.wikipedia.org/wiki/Super\\_16](http://de.wikipedia.org/wiki/Super_16)
- [www 20] [http://de.wikipedia.org/wiki/Blow-up\\_%28Film%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Blow-up_%28Film%29)
- [www 21] <http://www.movie-college.de/filmschule/kamera/filmkorn.htm>
- [www 22] <http://www.movie-college.de/filmschule/kamera/filmmaterial.htm>

- [www 23] <http://www.movie-college.de/filmschule/medien/...filmabtastung.htm>
- [www 24] [http://de.wikipedia.org/wiki/Textur\\_\(Computergrafik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Textur_(Computergrafik))
- [www 25] [http://de.wikipedia.org/wiki/Texture\\_Mapping](http://de.wikipedia.org/wiki/Texture_Mapping)
- [www 26] [http://de.wikipedia.org/wiki/Maya\\_\(Software\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Maya_(Software))
- [www 27] [bssc.sel.sony.com/Professional/docs/brochures/bvmdseries.pdf](http://bssc.sel.sony.com/Professional/docs/brochures/bvmdseries.pdf)
- [www 28] <http://de.wikipedia.org/wiki/Alphakanal>
- [www 29] <http://de.wikipedia.org/wiki/Parallaxe>

## C Abbildungsverzeichnis

- Abb.2.1: [http://facultyweb.anderson.edu/~krrudynski/spring\\_04/...photo\\_pres/Camera%20Obscura.jpg](http://facultyweb.anderson.edu/~krrudynski/spring_04/...photo_pres/Camera%20Obscura.jpg)
- Abb.2.2: [http://tiss.zdv.uni-tuebingen.de/webroot/np/endres/zukunft/...zukunft\\_roman/images/laternamag200x150.gif](http://tiss.zdv.uni-tuebingen.de/webroot/np/endres/zukunft/...zukunft_roman/images/laternamag200x150.gif)
- Abb.2.3: <http://www.uni-oldenburg.de/kunst/mediengeschichte/kino/...schwaben/augenblick/pix/baumer8.jpg>
- Abb.2.4: [Mul 02]
- Abb.2.5: [Mul 02]
- Abb.2.6: [Mul 02]
- Abb.2.7: [Mul 02]
- Abb.2.8: [Mul 02]
- Abb.2.9: [Mul 02]
- Abb.2.10: [Mul 02]
- Abb.2.11: [Mul 02]
- Abb.2.12: [Mul 02]
- Abb.2.13: [Mul 02]
- Abb.2.14: [Mul 02]
- Abb.2.15: [Mul 02]
- Abb.2.16: [Mul 02]
- Abb.2.17: [Mul 02]
- Abb.2.18: [Mul 02]
- Abb.3.1: <http://www.optical-art.de/Scannen.html>
- Abb.5.2.4: [Hb 05]
- Abb.5.2.5: [Hb 05]
- Abb.5.2.6: [Hb 05]
- Abb.5.2.7: [Hb 05]
- Abb.5.2.8: [Hb 05]
- Abb.5.2.9: [Hb 05]
- Abb.5.2.10: [Hb 05]
- Abb.5.2.11: [Hb 05]
- Abb.5.2.14: [Hb 05]

Abb.5.2.15: [Hb 05]

Abb.5.2.16: [Hb 05]

Abb.5.2.17: [Hb 05]

Abb.5.3.9: [http://de.wikipedia.org/wiki/High\\_Dynamic\\_Range\\_Image](http://de.wikipedia.org/wiki/High_Dynamic_Range_Image)

Abb.5.3.10: [http://de.wikipedia.org/wiki/High\\_Dynamic\\_Range\\_Image](http://de.wikipedia.org/wiki/High_Dynamic_Range_Image)

Abb.5.4.1: [bssc.sel.sony.com/Professional/docs/brochures/...  
...bvmseries.pdf](http://bssc.sel.sony.com/Professional/docs/brochures/...bvmseries.pdf)

## D Anlagen

- D.01: Liste aller Effekt-Szenen und ihre Beschreibung
- D.02: Gegenüberstellung vom Storyboard und den Animatics für einige Effekt-Szenen
- D.03: Einige Objekte
- D.04: Einige Texturen
- D.05: Compositing der Szene FX\_009
- D.06: Compositing der Szene FX\_144
- D.07: Compositing der Szene FX\_164
- D.08: Compositing der Szene FX\_174
- D.09: Compositing der Szene FX\_020
- D.10: Compositing der Szene FX\_230
- D.11: Compositing der Szene FX\_280
- D.12: DVD mit allen Effekt-Szenen aus dem Film „Die Frau vom Checkpoint Charlie“
- D.13: Blick hinter die Kulissen
- D.14: DVD mit allen Daten