

Gestaltungsprozesse und Arbeitsabläufe bei der Erstellung von Animationsfilmen in einer Echtzeit-Renderumgebung

Christoph Haas



MASTERARBEIT

eingereicht am
Fachhochschul-Masterstudiengang

Digital Arts

in Hagenberg

im Januar 2020

© Copyright 2020 Christoph Haas

Diese Arbeit wird unter den Bedingungen der Creative Commons Lizenz *Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International* (CC BY-NC-ND 4.0) veröffentlicht – siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Hagenberg, am 22. Januar 2020

Christoph Haas

Gender Erklärung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit die Sprachform des generischen Maskulinums angewendet. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|------------|
| Erklärung | ii |
| Gender Erklärung | iii |
| Kurzfassung | vi |
| Abstract | vii |
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Das Bühnenbild – Schaffung einer fiktionalen Welt | 2 |
| 2.1 Definition Bühnenbild | 2 |
| 2.1.1 Vom Bühnenbild zum Set, Stage oder Production Design | 2 |
| 2.2 Definition Compositing | 3 |
| 2.3 Set Design im Film | 3 |
| 2.3.1 Geschichtlicher Hintergrund | 3 |
| 2.3.2 Das Filmset zur Erschaffung künstlicher Welten | 6 |
| 2.3.3 Die Erweiterung künstlicher Welten | 7 |
| 2.3.4 Digitale Compositings | 11 |
| 2.3.5 Die filmische Gestaltung der Filmsets | 14 |
| 2.4 Das Bühnenbild im Theater | 15 |
| 2.4.1 Geschichtlicher Hintergrund | 15 |
| 2.4.2 Unterschied zum Filmset | 17 |
| 2.4.3 Die Form des Theaters | 18 |
| 2.4.4 Das digitale Theater | 19 |
| 2.5 Set Design im 3D Animationsfilm | 22 |
| 2.5.1 Geschichtlicher Hintergrund | 22 |
| 2.5.2 Die Filmbühne in 3D | 24 |
| 2.5.3 Fragmentierte Welten | 25 |
| 2.6 Zusammenfassung | 27 |
| 3 Realtime Produktion – Manipulationen in Echtzeit | 31 |
| 3.1 Offline Rendering vs. Realtime Rendering | 31 |
| 3.2 Veränderte Arbeitsweise für den Animationsfilm | 34 |
| 3.3 Das digitale Set | 36 |
| 3.4 Vergleich zu Videospiele | 37 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.5 | Verwendbarkeit in Film und Werbung | 38 |
| 3.6 | Nachteile | 40 |
| 3.7 | Zusammenfassung | 42 |
| 4 | Das ideale Set – eine gedankliche Konstruktion | 44 |
| 4.1 | Die Idealvorstellung und Absolute Freiheit | 44 |
| 4.2 | Zusammenfassung | 45 |
| 5 | Arbeitsweise im Projekt <i>The Sapling</i> | 47 |
| 5.1 | Projektaufbau | 47 |
| 5.2 | Look Development | 48 |
| 5.3 | Layout Prozess | 49 |
| 5.4 | Kamerasetzung | 51 |
| 5.5 | Lichtsetup | 52 |
| 5.6 | Post Processing | 52 |
| 5.7 | Teammanagement | 53 |
| 6 | Fazit | 54 |
| A | Inhalt der DVD | 57 |
| A.1 | PDF-Dateien | 57 |
| | Quellenverzeichnis | 58 |
| | Literatur | 58 |
| | Audiovisuelle Medien | 59 |
| | Online-Quellen | 61 |

Kurzfassung

Der Film versucht, dem Rezipienten eine glaubhafte und zusammenhängende Welt zu zeigen, der Arbeitsprozess selbst ist aber stark fragmentiert. Entweder wurden die Welten komplett digital erstellt oder sind Teile eines Sets, welche digital erweitert werden und erst im Schnitt und dem Compositing zusammenfinden. Echtzeitrender Engines, hier in speziellen Spieleengines, können diesen fragmentierten Prozess etwas auflösen und das Arbeiten in diesen Welten greifbarer machen. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Arbeitsweise in verschiedenen Medien, wie dem Film, der Animation und dem Theater und wie dort, eine kohärente, in sich geschlossene Welt erschaffen wird, in welcher die Handlung statt finden kann. Es soll die Vorstellung eines idealen Sets beschrieben werden und inwieweit Echtzeitrender Engines diesem Ideal entgegenkommen. Zudem sollen allgemeine Prozesse in einer Echtzeitrender Umgebung für Animationsfilme beleuchtet werden.

Abstract

Film as a medium tries to show an audience a credible and coherent world, but the working process itself is highly fragmented. Either the worlds were created completely digitally or are parts of a set, which are digitally expanded and only come together in the editing and compositing stage. With real-time rendering engines, here in special game engines, this fragmented process can be somewhat dissolved and makes working in these worlds more tangible. This work deals with the working methods in different media, such as film, animation and theatre and how they try to create a coherent, self-contained world. The idea of an ideal set will be outlined and to what extent real-time rendering engines meet this ideal. Furthermore, general processes in a real-time rendering environment for animation films will be examined.

Kapitel 1

Einleitung

Echtzeit-Rendering Engines, hier im speziellen Spiel-Engines, erlauben einem die fiktionale Welt, in welcher ein Animationsfilm spielen kann, im Großen und Ganzen darzustellen. Dies bietet kreative Freiheiten, welche es in anderen Medien, wie dem Film, Animationsfilm (produziert auf herkömmlichem Weg mit Offline Rendering) und dem Theater, so nicht gibt. Dazu soll zu Beginn jedes einzelne Medium mit einem kurzen geschichtlichen Hintergrund beleuchtet werden und danach speziell auf die Produktionsprozesse eingegangen werden, welche stattfinden, um einen Film oder ein Theaterstück zu erschaffen. Es soll auch aufzeigen, wie versucht wird, eine kohärente Welt zu schaffen trotz des sehr fragmentierten Arbeitsprozesses. In einem weiteren Kapitel soll das Realtime Rendering an sich beleuchtet werden. Es werden Vergleiche zum Offline Rendering gezogen und welchen veränderten Prozessen das Arbeiten, speziell mit Unity, unterliegt. Im vorletzten Kapitel sollen die Vor- und Nachteile beleuchtet werden, welches jedes einzelne Medium (dazu zähle ich auch das Realtime Rendering) mit sich bringt und sollen in einer gedanklichen Konstruktion eines idealen (Film)Sets gegenüber gestellt werden.

Daraus ergibt sich dann die Frage, ob grenzenlose Freiheit innerhalb eines Filmsets gleichzeitig auch kreative Freiheit bedeutet. Gibt es dennoch Hindernisse? Inwieweit bieten Echtzeit-Rendering Engines diese Freiheit, und wo können sie noch eingesetzt werden. Ist es oft nicht besser mit Limitierungen zu arbeiten?

Im letzten Kapitel wird dann das eigene Kurzfilm Projekt *The Sapling* beleuchtet, welches mit der Unity Engine erstellt wurde. Dies soll Information darüber geben, wie mit manchen Problemen umgegangen wurde und die theoretischen Erkenntnisse praktisch beleuchten.

Forschungsfrage

Zusammengefasst ergibt sich also die Frage: Inwieweit beeinflusst die Technik einer Realtime Render Engine die Art und Weise, wie 3D Animationen gestaltet werden? Welche Prozessänderungen liegen vor und inwieweit können andere Medien wie der Film davon profitieren. Die gedankliche Konstruktion eines idealen Sets soll dabei helfen, beispielhaft Vor- und Nachteile der einzelnen Medien aufzuzeigen und inwieweit Echtzeit-Rendering Engines dieses ideale Set bieten.

Kapitel 2

Das Bühnenbild – Schaffung einer fiktionalen Welt

2.1 Definition Bühnenbild

Das Bühnenbild – im Entfernteren ist damit der Handlungsschauplatz gemeint, speziell in Bezug auf Film und Animation – ist nicht nur der Ort, in dem sich die Charaktere bewegen und die Handlung ihren Lauf nimmt. Das Bühnenbild ist die Grundlage eines jeden (ausgenommen davon wäre das Avantgarde Theater, als auch der absolute Film, welche versuchen, sich von einer handlungsorientierten Erzählform zu lösen und somit auch von Dekor jeder Art) Real- und Animationfilmes oder eines Theaterstückes. Es sorgt dafür, dass sich ein Film oder Theaterspiel kohärent, in sich geschlossen anfühlt, als eine ganze und funktionierende Welt, in die die Rezipienten eintauchen können. Tim Bergfelder, Sue Harris und Sarah Street beschreiben ein Filmset mit folgenden Worten [3, S. 11]:

At a very basic level, sets provide a film with its inimitable look, its geographical, historical, social, and cultural contexts and associated material details, and the physical framework within which a film's narrative is to proceed.

Es bildet also den Rahmen, in dem die Handlung weiter vorangetrieben werden kann, wie auch den geographischen, historischen und sozialen, wie kulturellen Kontext. Sie beschreiben weiter:

Beyond these qualities, sets aid in identifying characters, fleshing out and concretising their psychology;

So hilft das Bühnenbild nicht nur die Charaktere und deren Aktionen zu sehen, sondern auch innere Vorgänge besser zu verstehen. Egal ob dabei (im Film) echte Orte verwendet, ein Set gebaut oder diese digital erstellt oder erweitert wurden [3, S. 11].

2.1.1 Vom Bühnenbild zum Set, Stage oder Production Design

Wie später noch geschildert wird, ist für das Bühnenbild der Bühnenbildner verantwortlich. Bei der Recherche des Begriffes, fällt auch der des Szenenbildners, welcher

wiederum vom englischen Begriff des Set Designs abgeleitet wird. Im Englischen wird dieser Terminus gleichgestellt mit dem *production design*, *stage design* und der *scenography* [87][90], wobei alles dasselbe meinen, das Erschaffen des Bühnenbildes, egal ob es nun wortwörtlich die gestaltete Theaterbühne gemeint wird, das Filmset oder das virtuelle Filmset im 3D Animationsfilm.

2.2 Definition Compositing

Unter Compositing versteht man die [70]:

Kombination von Bildteilen aus unterschiedlichen Quellen zu einem Bildganzen oder zu heterogen wirkenden Bildern ähnlich der Collage oder Fotomontage.

Speziell in Bezug auf das folgende Kapitel ist hierbei das Zusammensetzen von gefilmtem Bildmaterial (dem Film) mit gemalten oder 3D erstellten Elementen oder Fotografien gemeint, um beispielsweise Hintergründe zu ersetzen oder die Filmszenen visuell zu erweitern. Beim Compositing geht es darum, ein Bild, welches aus einzelnen Fragmenten besteht, wirken zu lassen, als sei es kohärent. Dabei gibt es zwei kritische Merkmale, zum einen die ästhetisch Kohärenz, also passen die einzelnen Teile des Bildes überhaupt zueinander, dazu zählen Faktoren wie Farben, Kontraste oder das Gefühl von Raumtiefe, zum anderen die Interaktion der Elemente miteinander, wie zum Beispiel die Reaktionen von Schauspielern auf eine digital erstellte Umwelt oder Kreaturen [70].

2.3 Set Design im Film

Im Film verantwortlich für den Setbau und die Ausstattung zeigt sich der, im englischen, Art Director, beziehungsweise Production Designer. Je nach Kompetenz übernimmt dieser die gestalterische oder organisatorische Arbeit. Im Französischen hält sich der Titel des *décorateur* und in England der des *film designer*, im Amerikanischen die beiden erst genannten Begriffe. In Deutschland gibt es keine eindeutige Bezeichnung. Zu Beginn war es der Bühnenbildner/-maler, später Filmbildner oder Filmarchitekt, heute übernimmt man jedoch immer mehr die amerikanischen Ausdrücke [10, S. 17]. Das Set Design war und ist bis heute bei Hollywood Produktionen und auch anderswo ein recht umfangreicher Teil der Filmproduktion, entsprechend wichtig ist dabei die Rolle des Art Directors und Production Designers.

2.3.1 Geschichtlicher Hintergrund

Die Gestaltung des Bühnenbildes im Film nahm sich Beispiel an seinem, ihm verwandten Medium, dem Theater. Zwar war in Filmen die klassische Theaterbühne nicht vorhanden, jedoch die flachen Wände und Hintergrundkulissen, die bis zu diesem Zeitpunkt, Aufgabe des *stage design*, also dem Kulissenbau des Theaters war. Auch die Doktrin, dass im Film eine Handlungsachse¹ beibehalten werden muss, um den Zusehern eine

¹Auch 180-Grad-Prinzip: es besagt, dass der Zuschauer auf einer Seite der Handlung bleibt, ähnlich wie im Theater. Die Handlungsachse wird zur imaginären Linie der Handlungsbewegung, wie die Anordnung und Blickrichtung der Darsteller [2, S. 15].

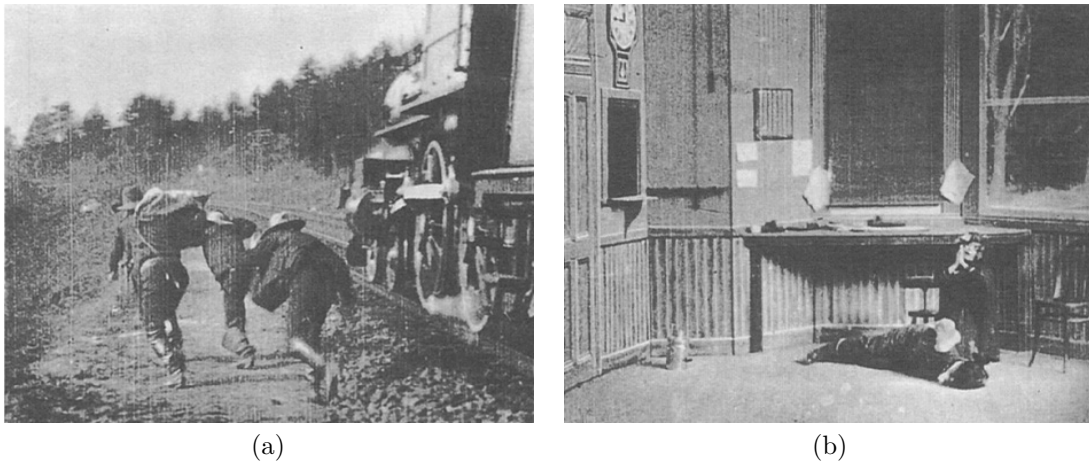


Abbildung 2.1: (a) zeigt die Außenaufnahmen. Diese natürliche Umgebung unterscheidet den Film vom Stage Design der Theaterbühnen. (b) zeigt die Innenaufnahmen, welche inszeniert wirken wie auf einer Theaterbühne [9].

Orientierungshilfe zu geben, entstand aus der Psychologie der Theater gewohnten Rezipienten [9, Kapitel: History of Art Direction].

Der 1903 erschienene Film *The Great Train Robbery* [51] war ein Beispiel dafür, dass die Sets wie eine Theaterbühne wirkten, während die Außenaufnahmen (eine Neuerung, die der Film mit sich brachte, im Vergleich zum Theater) sehr imposant waren. Die Schnitte zu den Innenaufnahmen wirkten jedoch fremdartig, was ebenso ein Beispiel für fehlende Art Direction war (siehe Abbildung 2.1). In späterer Folge wurden die Filmsets immer größer und gipfelten in den Historien- und Monumentalfilmen, zuerst in Europa 1913 mit *Les Misérables* [31] und *Quo Vadis* [36], etwas später 1916 mit *Intolerance* [28] von David Wark Griffith mit einer imposanten Szene vor dem babylonischen Palast als Schauplatz (siehe Abbildung 2.2).

Reale Schauplätze mit den inszenierten nahtlos zu überblenden war schon eine Herausforderung für Art Director seitdem die erste Kamera erschien. Dennoch brauchte die Rolle des Art Director noch einige Zeit, sich zu entwickeln. Zu Beginn wurden die Sets meist von einem Tischler gestaltet. Falls mehr historische Expertise gebraucht wurde, um die Sets akkurat umzusetzen, gab es den *Artistic Executive* oder einen *Technical Director*. Auch wenn später der Titel des Art Director immer häufiger verwendet wurde, so wurde er nicht in den Filmcredits angeführt. Selbst als die Tonfilme 1927 erschienen, hatte dies keinen großen Einfluss, obwohl diese zumindest die Forderung nach anspruchsvollerem Storytelling und glaubwürdigeren Sets mit sich brachte [9, Kapitel: The History of Art Direction].

Der erste Oscar für Art Direction ging 1929 an William Cameron Menzies für seine beiden Filme *The Dove* [50] und *Tempest* [48], mit *Gone With the Wind* [24], erhielt er ebenfalls eine Auszeichnung als Production Designer. Da dieser Beruf allerdings noch nicht von der Academy anerkannt war, erhielt er lediglich einen *Honory Award* [9, Kapitel: The History of Art Direction]. So war *Gone With the Wind* [24] der erste Titel, bei dem der Titel des Production Designer erstmalig im Vorspann angegeben wurde [3]. Es ist die Aufgabe des Production Designer dafür zu sorgen, dass sich die Welt,

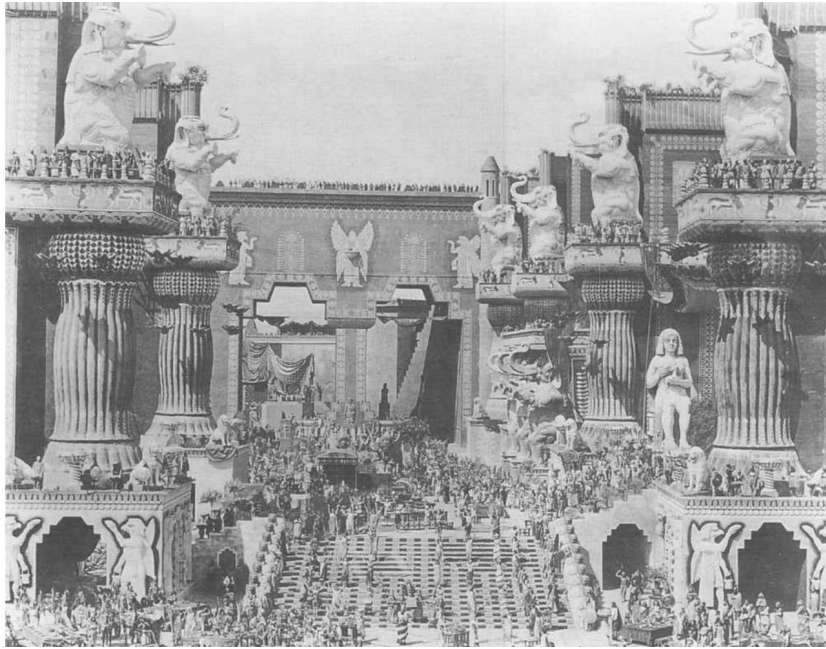


Abbildung 2.2: David Wark Griffith demonstrierte mit der Szene des babylonischen Palastes die Arbeit eines Art Directors [9].

in welcher der Film spielt, sich in sich geschlossen und zusammengehörend anfühlt. Im Klappentext des Buches *Art Direction & Production Design*, werden der Art Director und Production Designer als *Architekten der Illusionen* bezeichnet.

Ende der 1930er Jahre, war die Studiogestaltung (also Setgestaltung) die vorherrschende Methode, sowohl in Hollywood, als auch Europa geworden. Die spätere Präferenz für den Außendreh im europäischen Kino (und später überall) entstand aus der Tradition des Dokumentarfilmes der Zwischenkriegszeit und war auch zum Teil eine ökonomische Notwendigkeit, im Anbetracht der vom Krieg zerrütteten Gesellschaften und der zerstörten Studios. Es war aber auch zu einem gewissen Teil ein bewusster Versuch, der Schaffung künstlicher Welten in Studios zu entfliehen, besonders mit dem Aufkommen des *Italienischen Neorealismus* und später der *Nouvelle Vague*, welche auf eine studiounabhängigere Technik pochten und sich mehr dem Naturalismus verschrieben. Einige Filmhistoriker glauben auch, dass das Studio System als eine Sackgasse für den Bühnenbildner gesehen wurde [3, S. 12]. Die Arbeit in Studios brachte zusätzlich Stagnation mit sich, es hatte sich rasend schnell eine technische Expertise in Effizienz, Schnelligkeit und Handwerklichkeit gebildet, welche aber unter einem Mangel an Kreativität und künstlerischer Freiheit litt [10, S. 22]. In heutiger Zeit hat sich die Gestaltung, beziehungsweise die Erweiterung der Filmsets mit Hilfe von computergenerierten Bildern immer mehr weiterentwickelt. So führt dies erneut zu einem Wandel des Berufsstandes des Production Designer und Art Director und ersetzt immer mehr handwerkliche Werkzeuge zum Erschaffen des Filmraumes durch digitale [3, S. 12].



Abbildung 2.3: (a) zeigt eine Szene aus *Vertigo* [58] mit der spanischen Mission mit Kirchturm (b) zeigt denselben Ausschnitt, allerdings real aufgenommen, den Kirchturm gab es nie [65].

2.3.2 Das Filmset zur Erschaffung künstlicher Welten

Weihsmann beschreibt das Filmset als etwas, das in keinem realen Nutzungszusammenhang steht, erst in der Scheinrealität des Filmes würde das Set zum Leben erweckt werden. Das heißt, erst durch die Montage und dem Zusammenfügen der einzelnen Fragmente, aus denen ein Film besteht, entsteht eine zusammenhängende Welt. Noch lange vor dem Aufkommen von CGI², also noch in den 1910er und 1920er Jahren, haben Designer auf visuelle Täuschungen, gemalte Hintergründe und Miniaturen zurückgegriffen, um davon abzulenken, dass Sets nicht mehr sind als fein säuberlich zusammengebaute Werke, um ein nicht vorhandenes Ganzes zu suggerieren. Man muss sich bei dieser Betrachtung immer bewusst sein, dass das Set, so wie wir es in einem Film wahrnehmen, in der Realität niemals existiert hat. Dies gilt sowohl für Filme, welche in einem Studio erstellt wurden, als auch in Filmen, dessen Realschauplatz erweitert wurde. Beispielsweise in Alfred Hitchcocks *Vertigo* [58]: Hier wurde die spanische Mission, in der Teile der Handlung spielen, durch einen Kirchturm, den sie nie besaß, ergänzt (siehe Abbildung 2.3). Der Art Director muss in seiner Weise mit dieser Art der fragmentierten Arbeit umgehen.

Diese Arbeitsweise zeigt aber auch, dass das Set alleine nicht den Raum des Filmes erschafft. Die filmische Gestaltung der Filmsets kann nur in Verbindung mit der Arbeit des Kameramannes, welcher durch Framing und Lichtsetzung der fragmentierten Konstruktion eine imaginäre Ganzheit verleiht, als auch der Arbeit des Editors, welcher in der Postproduktion räumliche Beziehungen, um eine zeitliche Dimension erweitert und damit in einer konstruierten Realität verankert, geschehen [3, S. 14–15]. Diese Tatsachen unterscheiden das Set Design vom Film zum Theater und zeigt, dass andere Herangehensweisen notwendig sind. Um also die filmische Funktion eines Sets von der des Theater zu unterscheiden, muss man die Art und Weise, wie das Set filmisch verarbeitet wird, mit in Betracht ziehen. Ein Filmset darf fragmentierter sein, es kann nur zu Teilen aufgebaut sein und der Rest nachgereicht werden, es wird dadurch hybride und vielseitiger.

²Steht für *Computer Generated Imagery* und meint in diesem Zusammenhang die Verwendung von 3D generierten Inhalten wie Spezialeffekten.

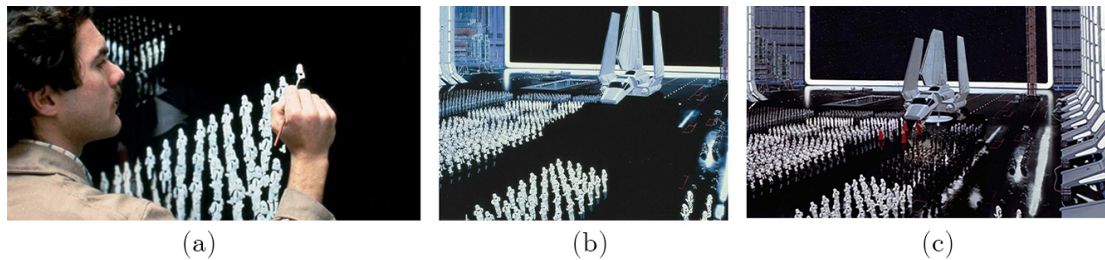


Abbildung 2.4: (a) zeigt Christopher Evans, beim Malen der Szene für den *Imperial March* aus *Star Wars* [47]. (b) zeigt das gemalte Matte Painting. (c) die fertige Szene mit den Aufnahmen kombiniert [78].

2.3.3 Die Erweiterung künstlicher Welten

Noch bevor man die heutigen Filmsets mit Hilfe von *Blue-* und *Green Screens* erweitern konnte, mussten diese Verfahren erst begründet werden. George Méliès tat dies schon sehr früh mit Hilfe von schwarzen oder lichtabweisenden Abdeckmasken. Er nahm eine Szene auf, spulte zurück und nahm eine zweite Belichtung vor [6, S. 13]. So konnten zwei Bilder in der selben Szene vereint werden. Diese Methode der Doppelbelichtung, wandte er bereits in seinem 1902 erschienenen Film *A Trip to the Moon* [13] [9, Kapitel: Special Effects] an.

Später wurde mit Rückprojektionen gearbeitet, ein Bild wurde dabei mit Hilfe eines Projektors auf eine lichtdurchlässige Projektionswand geworfen, die Schauspieler und das Set (zumeist spielten diese Szenen in einem Wagen), wurden davor gestellt und aufgenommen. So konnte eine Außen gefilmte Umgebung innerhalb eines Studios abgespielt und so imitiert werden, quasi eine Realität unter Studiobedingungen [6, S. 19–22].

Oftmals war es jedoch notwendig, in eine gefilmte Sequenz ein Bild einzubringen, das auf keine andere Weise als durch Malerei eines Künstlers entstehen konnte. Dies führte zum Begriff *Matte Painting*. Das waren auf Glas gemalte Szenerien und zeigten, perspektivisch zusammenlaufend mit dem gebauten Set, den Hintergrund. So wurde nur das als Set aufgebaut, was von Menschen und Schauspielern betreten werden musste, alles andere wurde durch die gemalten Hintergründe ersetzt (siehe Abbildung 2.4). Nur wenige Zuseher bemerkten, dass manche Szenen in *Gone With the Wind* [24] durch Glasmalereien ergänzt waren [6, S. 19].

Schon bald wurden die gemalten Matte Paintings Standard in der Industrie, der Künstler und Matte-Painter Syd Dutton (arbeitete an Filmen und Serien der *Star Trek*-Reihe) beschreibt seine Arbeit so: Es gibt zwei Techniken von Matte Painting Composites, bei beiden Methoden werden zuerst die Live-Action Aufnahmen gemacht, dabei muss auf die Beleuchtung geachtet werden, damit diese später mit dem geplanten Matte Painting zusammenpasst. In der ersten Herangehensweise wird die aufgenommene Live-Action Szene auf eine Leinwand, welche hinter dem Bild steht, projiziert. Durch den Teil, welcher auf dem Glas unbemalt ist, scheint das projizierte Bild durch, während die bemalte Fläche ungewünschte Teile der Aufnahme abdeckt. Zusammen aufgenommen wirken die Bilder, als seien sie ein Bild. Bei der zweiten Methode wird das Matte Painting auf dem selben Film aufgenommen wie das der Live-Action Sequenz, was ein



Abbildung 2.5: Dieses Bild zeigt die Glasscheibe, welche vor die Kamera gesetzt wurde (links oben), das gemalte Bild (rechts oben), das Set (links unten) und dann die zusammengesetzte Szene (rechts unten) [81].

Wiederaufnahmen, des auf Leinwand projizierten Bildes, unnötig macht. Um das zu erreichen, wird vor die Kamera ein Ausschnitt eines schwarzen Kartons gelegt, der die Teile abdeckt, welche später durch das Matte Painting ersetzt werden sollen. Dieser bleibt durch den schwarzen Karton unbelichtet (siehe Abbildung 2.5). Die Schauspieler wurden angewiesen, die sogenannten *matte lines*, also die Bereiche des Übergangs vom Set zur schwarzen Matte, nicht zu überschreiten [9]. Das Malen nahm viel Zeit in Anspruch. Es dauerte 3 Monate, alle Kisten der letzte Szene in *Indiana Jones Raiders of the Lost Ark* [27] zu malen. Das zuletzt mit Hand gemalte Matte Painting kam in *Titanic* [55] zum Einsatz [78]. Heute werden sie durch digitale Renderings oder Fotomontagen ersetzt, außerdem haftet dem Prozess kein Qualitätsverlust mehr an, da man nicht mehr, wie zu analogen Zeiten, dem fotochemischen Prozess der Filmbelichtung unterlegen ist [8, S. 153].

Ein Nachteil der Matte Paintings war, dass die Kamera dafür still stehen musste und jede Art von Bewegung die Illusion zerstören würde. 1918 stellte Frank Williams eine neue Technik vor, die *Travelling Mattes*. Mit dessen Hilfe konnten auch Bewegungen der Schauspieler mit vorherigen Aufnahmen kombiniert werden (siehe Abbildung 2.6). Häufig gebraucht wurde eine *Travelling Matte*, wenn es schwierig oder unmöglich war, einen Schauspieler in lebensbedrohliche Situationen oder Fantasiewelten zu bringen, wie zum Beispiel das Manövrieren eines galaktischen Raumschiffes [9]. Diese Technik kam in den späten 20er bis in die 1930er Jahren zum Einsatz und dieses Verfahren ist der Vorreiter des *Blue- und Green Screen Compositings* [78].

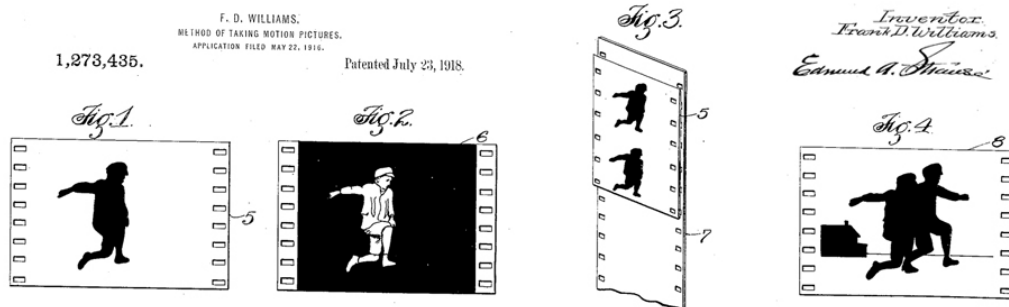


Abbildung 2.6: Dieses Patent beschreibt die Funktion der *Travelling Mattes*. *Fig. 1* ist ein Bild, das von einem Filmnegativ getrennt ist. *Fig. 2* ist ein Positiv des in *Fig. 1* gezeigten Bildes. *Fig. 3* zeigt die übereinander liegenden Positionen eines unbelichteten empfindlichen Films und das in *Fig. 1* dargestellte Negativ. *Fig. 4* ist das fertige Negativ eines Bildes [78].



Abbildung 2.7: (a) [72] und (b) [95] zeigen Ausschnitte aus dem 1982 erschienenen Film *Tron* [57], das Publikum empfand den Film zu artifiziell.

Die technischen Hilfsmittel sind gewachsen und mittlerweile lässt sich eine leere Kulisse ohne große Probleme, mit Hilfe von Software mit gigantischen Horden füllen, wie im *Der Herr der Ringe* Epos. Dabei hatte es die Technik sehr schwer, vom Publikum angenommen zu werden, wie der Disney Film *Tron* [57] bewies. Das Publikum fand die Ästhetik zu artifiziell, zu glatt und zu *clean* (siehe Abbildung 2.7). Erst mit verbesserter Technik gelang es, mit dem 1989 erschienenen Film *The Abyss* [49] von James Cameron, ein Wasserwesen zu kreieren, dessen Gestalt sehr realistisch wirkte [6]. Später mit *Jurassic Park* [30] und weiteren Filmen fand CGI immer mehr Einzug in die Produktionskette der Filme.

Wie oben beschrieben müssen wir uns als Zuseher damit abfinden, dass die Welten, in welche wir durch einen Film eintauchen, in der Produktion in dieser Form, wie wir sie wahrnehmen, niemals existiert haben. Die Filmproduktion ist fragmentiert und aus den Einzelteilen wird uns ein großes Ganzes suggeriert (siehe Abschnitt 2.3.2). Diese schon sehr früh festgelegte Arbeitsweise im Film trifft heute noch mehr zu als früher. Die technischen Hilfsmittel sind gewachsen und mittlerweile sind der Fantasie kaum mehr Grenzen gesetzt.

Trotzdem haben physische Sets immer noch einen festen Platz in der Produktion,



Abbildung 2.8: Das Bild zeigt eine Szene aus dem Film *Atonement* [18] welche nicht digital sondern physisch aufgebaut worden war.

selbst nach dem Wandel des digitalen Filmemachens. Zu großen Teilen, auf Grund des Gefühls einer Realität, welches physische Gegenstände vermitteln. So schreibt Sarah Greenwood (*Pride & Prejudice* [35], *Sherlock Holmes* [39]) [8, S. 141]:

I like tangible things. I like lighting, texture and atmosphere that the digital world doesn't have.

Ben Affleck traf über seinen Film *Argo* [17], in dem er Regie führte, ähnliche Worte, in dem er sagte, dass er glaube, den Zuschauern sei die Setausstattung wichtig, sie wüssten es nur nicht. Dies sei der Grund, warum er sie in seinen Szenen, immer mit Detail, einarbeite, es hebe die Szene von einem Film in einen realen Ort. Selbst wenn die Geschichte eines Filmes an einem Fantasieort spielt, so ist die Physikalität von Requisiten wertvoll, wie J.J. Abrams (*Star Trek Into Darkness* [46]) konstatiert. Natürlich könne man keinen *Star Trek* Film ohne Greenscreen machen, führte er weiter aus, doch wurde schon beim ersten Film von Beginn an versucht, echte Drehorte zu finden oder Sets nachzubauen, um eine Welt zu erschaffen, welche nicht künstlich oder steril, sondern welche sich real anfühlt. So wurde beispielsweise die *Enterprise* (das Raumschiff aus *Star Trek*) als großes, in sich verbundenes Set gestaltet, um auch den Schauspielern ihre Darstellung zu erleichtern. Set Dekoreurin Karen Manthey sagte dazu [8, S. 142]:

I understand and believe in the importance of the set during the shoot as a world for the actors to inhabit.

Ein weiteres Beispiel beschreibt Joe Wright mit seinem Film *Atonement* [18]). Es handelt sich dabei um eine Sequenz am Strand Dunkirk. Ursprünglich war die Szene als Montage aus mehreren *discrete shots*³ geplant. Doch man entschied sich dafür, das Set zu bauen (siehe Abbildung 2.8). Grund dafür war die Materialität und die Gewichtung des Ortes, die zu dieser Entscheidung führten. Production Designerin Sarah Greenwood sagte dazu [8, S. 142–143]:

³Ein *discrete shot* ist definiert, als eine ununterbrochene Aufnahme der Kamera, d.h. eine durchgehende Aufnahme vom Start bis zum Stopp der Kamera [69].

If you knew that you were going to do it digitally, you'd have done something massive and bigger. Instead of having a thousand people on the beach, you'd have a hundred thousand. But having a hundred thousand CGI people on the beach doesn't make it better, actually. What made that shot work was the human drama, and the pain, and every little moment of that sequence told a story. And that was the combination of everything being there on that day, on that moment of the day, of Joe designing the shoot that way, the light and everything just happen to fall into place well.

Mit anderen Worten könnte man ihre Aussage so auslegen, dass einem zwar die digitale Produktion viele Freiheiten einräumt, doch die Naturereignisse, wie das einfallende Licht oder wie die Aufnahme an diesem Tag vom Regisseur geplant wurde, können nicht künstlich erschaffen werden, sondern ergeben sich, wohingegen eine digitale Szene von Anfang bis Ende strickt durchgeplant werden muss und nichts der Willkür überlassen wird. Zudem erzeugt die Natur auch eine Form von Realismus, welche der Szene mehr Tiefe verleiht.

2.3.4 Digitale Compositings

Ein bedeutender Trend in Hollywood ist mit der Verbreitung der digitalen Werkzeuge verbunden. Dieser Trend ist die Tradition des *backlot*⁴ filmens. Wie oben beschrieben wurden Sets früher mit Miniaturen und Matte Paintings erweitert. Dies war die gängige Praxis, bevor Mitte der 1950er das klassische Produktionssystem eine Krise erlebte und Filmschaffende aus den Studios gingen, um an physischen Orten zu drehen. 1960 war das *on location filming*, also das Drehen außerhalb der Studios so weit verbreitet (siehe 2.3.2, dass viele Studios ihre Matte-Painting Departments schlossen. George Lucas hatte eine große Vorliebe für Matte-Paintings und der Tradition von künstlich erschaffenen Drehorten und mit dem Erfolg von *Star Wars* wies er der Industrie quasi einen Weg in die digitale Zukunft. Der Grund, warum wieder vermehrt in Studios gedreht wird, ergibt sich durch die mittlerweile effektiven und umfangreichen digitalen Werkzeuge, welche dem Filmschaffenden die Möglichkeit bieten, seine Vorstellung einer Umgebung glaubhaft, in Bezug auf die Welt der zu erzählenden Geschichte, umzusetzen [8, S. 144–145].

Die Geschichte zeigt, dass das narrative Kino schon immer eine Kunst der Fragmente war. Szenen zeigen dem Rezipienten nur Ausschnitte. In der Welt des Production Designs wird nur das gebaut, was von der Kamera tatsächlich gesehen wird und selbst das ist oftmals nicht komplett zum Zeitpunkt des Filmdrehs. Diese Arbeit umfasst mittlerweile viele Compositing Shots, in welchen unerkannt, Live-Action Aufnahmen mit Matte Paintings oder Miniaturen vermischt werden. All das geschickt miteinander verwoben gibt den Zuschauern das Gefühl, eine hollistische, zusammengehörende Welt zu betrachten, anstatt auf zusammenhanglose Fragmente zu blicken, welche sie in Wahrheit sind. Zwar hat die Digitalität nichts an der alten Tradition des Bildcompositings geändert, sie aber intensiviert, da die Ergebnisse nahtloser und kaum sichtbar sind. Matte Paintings heute sind dynamische, drei-dimensionale Komponenten einer zusammenge-

⁴Der Begriff *backlot* bezieht sich auf einen Bereich hinter einem Filmstudio und beschreibt damit das Drehen im Studio an einem Set [8, S. 144].

fügten Umgebung. So können beispielsweise mit Hilfe von sogenanntem *match moving*⁵, Kamerabewegungen aufgenommen und die Animationen der Kameraperspektiven auf das Matte-Painting übertragen werden. Das ermöglicht dem Compositor später, beide Bilder in einer nicht wahrnehmbaren Illusion zu verbinden. So weist ein digitales Matte-Painting Tiefe und Dimensionalität auf und passt sich den perspektivischen Verzerrungen der Kamera an, soweit, dass es interaktiv mit anderen szenischen Elementen oder Charakteren verschmilzt. Im Vergleich zu analogen Zeiten ist es also kein diskretes, separierbares Objekt mehr. Mit Matte-Paintings werden heutzutage auch reale Drehorte oftmals in der Post-Produktion manipuliert und den Vorstellungen angepasst, so tragen die Matte-Painter heute auch einen großen Teil zur Welterschaffung des Filmes bei [8, S. 145–147].

Nicht nur mit Hilfe von zusammengefügt Bildern wird die Szenerie heute erweitert. Mit einer 3D Modellierungssoftware kann eine Grundgeometrie erstellt werden. Dabei werden die Einstellungen der Kamera vom Set auf eine virtuelle Kamera der Software übertragen, wie Perspektive, Brennweite, Schärfentiefe und Kameraposition- und -bewegung. Anschließend wird mit einem weiteren Programm, z.B. Photoshop, das in 3D entstandene Bild weiter bearbeitet und daraus das Matte-Painting erstellt. Da Matte-Paintings heute mehr sind als nur eindimensionale Bilder, bedarf es einer Vielzahl von Werkzeugen, um eine fertige Illusion zu erschaffen. Ein gutes Beispiel dafür liefert die Eingangsszene des Filmes *Changeling* [22]). Er beginnt mit einer Kranfahrt der Kamera über der Skyline von Los Angeles im Jahr 1928, hinunter in eine Nachbarschaft, in der die Hauptprotagonistin lebt. Die Skyline ist ein kameraprojiziertes Matte-Painting, das mit einer Schwenkaufnahme animiert wird, die mit einer Live-Actionkamera übereinstimmt (*match moving*), welche nach unten in die Nachbarschaft fährt. Um den Übergang zwischen dem Matte-Painting und der Realaufnahme zu verdecken, wurden davor digital animierte Bäume in die Szene mit eingearbeitet (siehe Abbildung 2.9). Auch im Film *Les Misérables* [32], wurden Studioaufnahmen mit Hilfe von historischem Material ergänzt. Die Dreharbeiten fanden, auf konstruiertem Set, in den Pinewood Studios und an Schauplätzen in England und Frankreich statt. Die Live-Action Aufnahmen wurden als Live-Action plates⁶ verwendet und wurden mit Details und Umgebungen aus den Straßen Paris' aus dieser Zeitepoche ergänzt.

Eines der größeren Sets sollte in der Nähe der französischen Bastille spielen, die Aufnahmen dazu fanden jedoch in Greenwich, England statt. Im Hintergrund sah man natürlich eine typisch britische Stadt. Der Plan sah vor, diese Gebäude mit Greenscreens zu blocken und sie später durch ein digitales Set zu ersetzen, allerdings filmte der Regisseur Tom Hopper mit mehreren Kameras und somit unterschiedlichen Blickwinkeln, was Greenscreen Aufnahmen unmöglich machte. Daher mussten die Aufnahmen *rotoscopiert* werden, das bedeutet, aus jedem einzelnen Frame dieser Bilder musste der Hintergrund retouchiert werden, um ihn durch ein digitales Paris des 19. Jahrhunderts zu ersetzen (siehe Abbildung 2.10). Mit Hilfe von HDRI⁷ Bildern kann die Lichtinformation des

⁵ *Match moving* wird auch als *motion tracking* bezeichnet. Dabei werden die Bewegungen der Kamera aufgezeichnet, sodass diese später in einer virtuellen Kamera in einem 3D Programm reproduziert werden können. Wenn die animierten Elemente mit den vom Drehort aufgenommenen Bildern zusammengefügt werden, stimmen diese perspektivisch überein [80].

⁶ Ist der Industriebegriff für Live-Action Aufnahmen, welche in späterer Folge für das digitale Composite verwendet werden.

⁷ kurz für High Dynamic Range Images, im Gegensatz zu herkömmlichen Fotografien, welche nur



(a)



(b)

Abbildung 2.9: Das Matte-Painting zum Film *Changeling* [22]. (a) zeigt die verschiedenen Layer des Matte-Paintings, eine Kombination aus Fotografien und Malerei. Die Bungalows wurden in 3D erstellt und zusätzlich in Photoshop bemalt. (b) zeigt, das fertige Composite [64].

Sets auf die digitalen Modelle repliziert werden.

Wie diese Beispiele zeigen, bestehen Matte-Paintings aus verschiedenen Arten von Bildern, wie 3D generierte oder gemalte Bilder, sowie Animationen und Realaufnahmen. Es ist heutzutage also schwer, nur noch von einem *painting*, also einem gemalten Bild, zu sprechen [8, S. 148–154].

Diese Techniken können, in begrenztem Umfang, auch direkt am Set helfen. Um beispielsweise dem Regisseur dabei zu helfen, Entscheidungen zu treffen. So wurde Tom Hopper, Regisseur von *Les Misérables* [32], für eine Szene eine digitale Visualisierung mit zwei verschiedenen Brennweiten vorgeführt, um zu zeigen, wie viel man von der Stadt im Hintergrund sieht. Der 3D Effects Supervisor baute die Szene in *Maya* und zeigte sie dem Regisseur. Noch direkter waren die Möglichkeiten für Regisseur James Cameron am Set von *Avatar* [19]. Mit Hilfe der *Simulcam*, eine Technik speziell für diesen Film entworfen, war es ihm möglich, die vollkommen in 3D gestaltete Welt von Pandora durch die Kameralinse zu sehen. Das Virtual Art Department hat dazu die Umgebung von Pandoras Welt erstellt und Cameron hatte somit am Set die Möglichkeit, die Schauspieler, welche durch Motion Capturing erfasst wurden, direkt in dieser virtuellen Umgebung zu sehen, als wäre er in Pandora vor Ort, allerdings nur in einer geringen Auflösung und weit entfernt von dem Detailreichtum, den der Zuseher im Kino

einen Bruchteil der Lichtinformation speichern können, beinhalten HDRI Bilder alle sichtbaren Lichtinformationen [8, S. 154].



Abbildung 2.10: (a) zeigt das Live-Action Plate des Sets in Greenwich, England. (b) zeigt, das fertige Bild wie es im Film zu sehen ist, mit Paris im Hintergrund als Matte-Painting eingefügt [68].

sehen konnte. Diese Technik schob das Compositing von der Post-Produktions-Phase direkt in die Produktion und ermöglichte somit ein quasi Compositing am Set [8, S. 154–155].

2.3.5 Die filmische Gestaltung der Filmsets

Der Film ist ein Produkt von Illusionen und die Erfahrung der Zuseher, die Geschichte eines Filmes als ein ganzes und zusammengehörendes Universum zu verstehen, ist die Kunst des Filmschaffenden. Das Production Design hilft dabei, die Umgebungen, welcher der Zuseher als kohärent empfinden soll, miteinander zu verbinden. Wie in Abschnitt 2.3.2 beschrieben, muss das Set im Gegensatz zum Theater auch als *filmisches Set* verstanden werden, die Erzählwelten werden so konstruiert, dass auch die narrativen Illusionen von Kontiguität und Ganzheit erhalten bleiben, wie ein Beispiel aus dem Film *Argo* [17] zeigt. In einer Szene stürmt ein iranischer Mob die US Botschaft, einige der Mitarbeiter flüchten aus dem Gebäude über eine Hintertür. Die Innenszenen stammen aus dem *Veterans Administration Building* in Los Angeles, während die Szenen der iranischen Straßen mit einer wütenden Menge vor Ort in Istanbul gedreht wurden. Im fertigen Film gehen die Mitarbeiter durch ein Treppenhaus hinunter, aus der Botschaft hinaus auf die Straßen Tehrans. Während der Produktion wurden die Schauspieler gefilmt, wie sie auf einen Durchgang in einer Ecke des Veteranen Gebäudes zugehen. Vor Ort in Istanbul baute Production Designerin Sharon Seymour ein Set auf einer erhöhten Plattform über den Straßen auf, welcher exakt dem Durchgang des Veteranen Gebäudes nachempfunden war. Das Set bestand aus einem Treppenhaus und führte zu einer zweiten Tür, welche zur Straße aufging. In Istanbul wurden die Schauspieler wiederum gefilmt, wie sie das nachgebaute Set betraten, die Treppen hinunter gingen, die zweite Tür öffneten und hinaus auf die Straße gingen. Im fertigen Schnitt war der Übergang nahtlos und kreierte eine perfekte Kontinuität [8, S. 154–155]. Kameramann Rodrigo Prieto sagte dazu [8, S. 155]:

The shot connects the locations in L.A. and Istanbul as if it had all taken place in Tehran.

2.4 Das Bühnenbild im Theater

Nachfolgend soll dargelegt werden, wie im Theater versucht wird, eine kohärente Welt zu erschaffen, in welcher ein Stück stattfindet, um sie mit dem Film und später Animationsfilm vergleichen zu können. So sollen Referenzen geschaffen werden um festzustellen, in wie weit sich die Herangehensweisen bei der Arbeit mit einer Echtzeit-Rendering Engine, unterscheiden.

2.4.1 Geschichtlicher Hintergrund

Formen des Theaters gibt es schon seit frühchristlicher Zeit, etwa als Tanzdarbietungen. Jedoch wurde das Theater, wie wir es heute verstehen, erst in der griechischen Antike begründet. Altgriechische Theaterbühnen waren Strukturen an abfallendem Gelände. Der Theaterraum bestand aus der *Skene*, *Orchestra* und dem *Theatron*. Die Skene war der hintere Teil der Bühne, diese benutzte man als Lager, aber auch als Garderobe für Schauspieler. Die äußere Fassade diente als Kulisse und Hintergrund. Die Schauspieler traten durch die Skene auf die *Logeion* auf oder ab. Die Logeion war eine erhöhte Bühne, auf welcher die Schauspieler miteinander interagierten. Das Orchestra war der Platz, an dem der Chor sang und tanzte, und das Theatron der Platz an dem die Zuseher in einem Halbkreis auf Bänken saßen, welche in den Hang gebaut waren (siehe Abbildung 2.11).

Die Darbietungen fanden tagsüber statt, um das natürliche Licht der Sonne zu nutzen. Sound Effekte wurden wahrscheinlich genutzt, einige Historiker vermuten, dass Murmeln in Metallcontainer gegeben wurden, um Regen oder Donner zu imitieren. Weitere Effekte wurden durch den *Mechane*, das *Ekkyklema* und die *Periaktoi* erzeugt. Der *Mechane* war ein Kran, um die Schauspieler in die Luft zu heben, das *Ekkyklema* war eine rollende Plattform um (gespielte) Leichen von hinter der Bühne nach vorne zu holen und sie so zu enthüllen, da Gewalt auf der Bühne nie gezeigt wurde. Die *Periaktoi* waren angemalte Wände, welche in einem Dreieck zusammengestellt wurden und so bewegbare Säulen bildeten, um so einen Ortswechsel anzudeuten. Und obwohl das Bühnenbild allgemein sehr unspezifisch war, erlaubte es so den Zusehern der Handlung zu folgen [5, S. 26–27].

Römische Theater entwickelten sich aus der Basis griechischer Theater, waren allerdings ein Gebäude für sich und meist direkt in der Stadt. Das Theater im Mittelalter differenzierte sich vom, bis dahin klassischen Theater, denn es wurde nicht in einem speziellen Theatergebäude abgehalten. Die Plätze der Vorführungen waren unterschiedlich: in Kirchen, Marktplätzen, Hinterhöfen oder Banketthallen. Es war viel intimer, man stand oder saß in kurzer Distanz zu den Schauspielern und es war eher von religiöser Natur geprägt und Geschichten der Bibel wurden auf *Mansionen*⁸, welche um das Kirchenschiff herum platziert waren, aufgeführt. Als die Aufführungen bürgerlicher und im Volksmund aufgeführt wurden, wurden diese nicht mehr in der Kirche, sondern auf Marktplätzen vorgetragen. Es gab auch zwei Typen von Bühnen, fixe und bewegbare. Die bewegbaren Sets waren Bühnen, welche auf einem Wagen aufgebaut wurden, ähnlich den *Mansionen* der Kirche. Sie legten eine vorgesezte Route zurück, an denen das Stück

⁸Das waren kleine, hölzerne Plattformen mit Stützen und Dach. Jede einzelne repräsentierte einen speziellen Ort, wie Himmel oder Hölle [79].

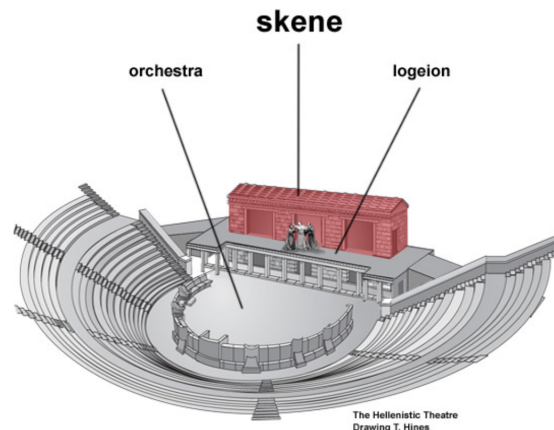


Abbildung 2.11: Zeigt den Aufbau eines alten griechischen Theaterkomplexes mit Skene, Logeion und Orchestra [59].

aufgeführt wurde, man kann es sich eher wie eine Parade vorstellen. Die Inszenierungen liefen oft simultan an mehrere Schauplätzen zur selben Zeit und hatten alle unverwechselbare Merkmale, sodass beispielsweise die Hölle, die Erde oder der Himmel separierte Bühnen waren und alle hatten ihre eigenen Spezialeffekte, wie Rauch und Feuer. Damals wurden diese Effekte *Geheimnisse* genannt und die Theatergestaltung war für den Hobby-Theaterschaffenden eine Möglichkeit, Spaß zu haben und die Aufmerksamkeit des Publikums auf sich zu ziehen [5, S. 27–28].

Die konventionelle Theaterbühne, so wie wir sie heute vom Broadway oder dem West End kennen, ist ein Abkömmling der Italienischen Renaissance. Im Allgemeinen basiert das Design der Renaissance auf der Entdeckung der Regeln für die Perspektive und ihrer Anwendung auf die Welt der Architektur. Der Italiener Leon Battista Alberti schrieb in seinem Buch *Über die Malerei*, 1435, eine erste Abhandlung über die lineare Perspektive, welche von Filippo Brunelleschi entdeckt wurde – ein mathematisches System, um einem 2-dimensionalen Bild, Raum und Distanz zu geben. Die Bühnenbildner wurden durch klassische Texte des Architekten Vitruvius (1 Jhd. v. Chr.) stark beeinflusst und man begann damit zu experimentieren, wie man mit diesen Prinzipien ein Gefühl von Perspektive, mit Hilfe von 3-dimensionalen Formen und 2-dimensional abgewinkelten Flächen erschaffen kann. Mit der Popularität der perspektivischen Bühnenkulissen wurden immer ausgeklügeltere Arten entwickelt, die Perspektive glaubwürdiger zu gestalten. Später wurden mit Hilfe von weiteren Techniken Möglichkeiten geschaffen, um flexibler Szenerien zu wechseln. Ein Trend ersetzte die, seit der Renaissance eingesetzten *sliding flats*, also verschiebbaren Flächen, durch *box sets*. Anstatt nur eine Illusion von Perspektive zu suggerieren wurde mit 3 Wänden ein Raum nachgestellt, mit der Intention, dass das Publikum durch eine imaginäre vierte Wand blickt. Die *box sets* gab es zwar schon zu Zeiten der Renaissance, wurden allerdings erst 1832 eingesetzt [5, S. 29–34].

Das Theater war schon immer in einem Entwicklungsprozess. Während des 20. Jhd. durchmachte es einige signifikante Änderungen in seiner literarischen, physischen und

theatralischen Form, diese spiegelten die Fortschritte der Gesellschaft, als auch den technologischen Fortschritt wider. Es gab eine Reihe von Gründen, welche das Theater beeinflussten, wie die Multikulturalität und die Globalisierung, auch wurde das Publikum immer mehr involviert und erlaubte neue Theaterformen. Veränderte Erwartungshaltungen und eine größere Auswahl an Veranstaltungsorten wird nun auch als Ausführungsort akzeptiert. Eine der offensichtlicheren Einflüsse sind sicher der Film und das Fernsehen und die digitale Technologie hatte den wohl größten Einfluss. Es erlaubte eine erhöhte Kontrolle von komplexen Bewegungen der Szenerie, Lichter und wie Sound manipuliert werden kann. Es änderte so, in gewisser Weise, die Art, wie Gestalter konzeptionieren und ihre Konzepte entwickeln und präsentieren. Zudem eröffneten sich neue Formen des Geschichtenerzählens, da Web- und Podcasts und Youtube Teil des Alltags geworden sind. Das Theater wurde, breit gefasst, Unterhaltungsdesign [11, S. 1].

2.4.2 Unterschied zum Filmset

Es ist wenig überraschend, dass wenige Art Director im Film, ihren Ursprung im Theater haben. Das Hauptaugenmerk des Theaters liegt in Illusionen und Fantasie, das scheint im Konflikt zu Filmschaffenden zu stehen, da diese auf Glaubwürdigkeit und Realität pochen. Dies war jedoch nicht immer der Fall, viele der früheren Designer für Filme waren Alumni des New Yorker Theaters. Erst mit dem Wechsel vom Stumm- zum Tonfilm begann sich der Fokus zu verschieben, wie auch die Filmgeschichte zeigt [9, Kapitel: Art Directors' Training]. Zu Beginn der Stummfilmzeit waren die Filmsets selbst noch gestaltet wie Theaterbühnen (siehe Abschnitt 2.3.1). Der Filmkritiker André Bazin erachtete Filme wie *Das Kabinett des Dr. Caligari (1919)* und die *Die Nibelungen (1924)* als Fehlschläge, auf Grund ihrer theaterähnlichen und malerischen Ästhetik und somit gegen die Eigenart und den Zweck des Filmes [3, S. 16]:

Cinema is dedicated entirely to the representation if not of natural reality at least of a plausible reality of which the spectator admits the identity with nature as he knows it.

Geschuldet sei dies dem Vorreiter des Filmes, der Fotografie. Man könnte daher auch sagen, dass das Theater nicht den Anspruch hat, Realismus abzubilden wie der Film, es hat keine fotografische Natur innewohnend. Auch gegeben durch die technische Weiterentwicklung im Film differenzierte sich die Theaterbühne immer mehr vom Film, wie Helmut Weihsmann schreibt [10, S. 21]:

Übereinstimmend wird behauptet, die Funktion des Austatters oder Filmarchitekten entspräche im Wesentlichen der des Bühnenbildners beim Theater; allerdings sind durch die technische Weiterentwicklung von Fotografie, Beleuchtung und Sondereffekten seine Aufgaben wesentlich komplexer und vielfältiger geworden.

Der Regisseur Lars von Trier zeigt jedoch ein Beispiel dafür, dass auch die Theaterbühne als Filmset fungieren kann mit seinem Film *Dogville (2003)* (siehe Abbildung 2.12): Ursprünglich sollte der Film wie ein herkömmlicher Film gedreht werden, doch von Trier hatte plötzlich ein Bild im Kopf, auf dem er Dogville (die fiktive Stadt des Filmes) wie auf einer Karte ausgebreitet sah. Er sah das Stück wie ein Brecht'sches Theater, eine kleine Stadt, in der man jeden immer und überall sieht [67].



Abbildung 2.12: Eine Szene aus dem Film Dogville. Die fiktive Stadt Dogville wurde in einem Studio aufgebaut und das Set gleicht dem einer Theaterbühne, mit Kreide aufgezeichneten Umrissen von Grundstücken, welche die Häuser darstellen oder Beschreibungen wie Hund, welche zeigen soll, dass dort ein Hund liegt [71].

Dennoch musste im Film etwas getrickst werden. Für die Aufnahmen in Vogelperspektive wurden teilweise Greenscreens verwendet und ein Problem war die Beleuchtung. Es wurden doppelte Schatten geworfen, was zwar typisch für das Theater ist, jedoch die filmische Sprache zerstörte [85].

Ein Aufbau in dieser Form, in der man alle zur selben Zeit sieht, sich die Welt einem vor seinen Augen ausbreitet, diese Form kann eine Filmwelt nicht bieten, aber das Theater.

2.4.3 Die Form des Theaters

Das Theater ist linear, im Vergleich zum Film findet keine Nachbearbeitung, kein Schnitt statt. Der Film vermeidet meistens die Interaktion mit dem Publikum [83]. Doch in der Theaterform ist diese Kommunikation zwischen den Darstellern und dem Auditorium das was es ausmacht. Eine Theateraufführung ohne Publikum wäre immerhin nichts weiter, als eine Probe. Die Teilnahme des Publikums ist Teil des Theater-Momentums. Es erhält dadurch eine Direktheit, welche es von anderen Medien unterscheidet [11, S. 1–8]. Diese Direktheit spiegelt sich auch im Produktionsprozess wieder. Die Ideen scheinen sich viel mehr zu entwickeln, als vorher festgelegt und in Storyboards fixiert zu werden. Eine der spannendsten Zeiten für den Designer ist der Punkt, an welchem der Regisseur oder ein Kollege eine Idee genommen und in eine völlig andere Richtung weiterentwickelt hat, als ursprünglich gedacht, beschreiben R. Craig Wolf und Dick Bloch. Dies sei, was das Theater einzigartig, spontan und lebendig mache, sowohl für den Gestalter, als auch für die Zuseher [11, S. 4–8]. Peter Brook, ein britischer Theaterregisseur sagte [11, S. 5]:

This is the essence of theatrical thinking: a true designer will think of his designs as being all the time in motion, in action, in relation to what the actor brings to a scene as it unfolds.

Man versucht bei der Erarbeitung der Gestaltung der Produktion nahe am Text zu bleiben. Ein großer Anteil des Theatergestalters ist somit, erst einmal zu lernen, die Ideen der Dramaturgen zu interpretieren und herauszufinden, wie diese Interpretation

visuell, physisch und akustisch dargestellt werden kann. Joe Tilford, ein freiberuflicher Set Designer beschreibt seinen Prozess [5, S. 74]:

I study the script a lot. It is important to me to understand the characters and their humanity. It is also vital to understand how the play works as a storytelling mechanism. I do a lot of research into the period of the play and the living circumstances of the characters, and I look for art and images that resonate with me in ways that are similar to my reaction to the writing. After that, I have no process. [...] I let the design evolve in whatever way it wants to. [...] Eventually it all becomes clear.

So bauen die Gestalter mit dem Regisseur, als Antwort auf den Text, eine physische, visuelle und klangliche Welt des Stückes auf. Und alle Elemente, wie die Szenerie, der Sound, die Kostüme und das Licht müssen dabei das gesprochene Wort unterstützen [11, S. 2–3]. Wie beispielsweise bei den Produktionen von *Les Misérables*, in welchen oft eine Drehbühne zum Einsatz kam, welche die ganze Szenerie bewegte und damit den ständigen Wechsel von Arm und Reich andeutete [11, S. 38]. Hier kommt klar hervor, dass das Theater nicht danach strebt, Realismus abzubilden, um so zum Beispiel Szenenwechsel realistisch darzustellen, es bietet mehr Freiheit im Ausdruck des Sets und ist immer etwas übertriebener und überspitzter als die Realität, ein Overstatement [11, S. 8]. Auch kann die Verbindung von Zeit und Raum eher lose sein, auch wenn sie mit der Gesamtatmosphäre verbunden sein sollte, kann sie auch lediglich angedeutet werden.

Doch wie auch immer die dargestellte Realität des Theaterstückes aussieht, es muss dabei die Interpretation des Stückes in sich konsistent sein, denn dies ermöglicht dem Publikum, auch die Welt des Stückes zu akzeptieren [11, S. 46].

2.4.4 Das digitale Theater

Mit dem technischen Fortschritt hat sich auch die Art und Weise verändert, wie Projektionen im Theater eingesetzt werden, um die Szenerie zu erweitern. Der tschechische Designer Josph Svoboda hatte schon mit Projektionen im Theater in den 1960er und 1970er Jahren, mit der *Laterna Magica*⁹, experimentiert. Er experimentierte auch mit der Interaktion zwischen aufgenommenen, dann projizierten und live-action Schauspielern. Die heutige Technik erlaubt nicht nur eine einfachere Durchführbarkeit, sondern auch die Einbindung verschiedener Medien und nicht nur noch Bildern, wie zB. Videos und interaktive Medien. Es muss auch nicht auf eine spezielle Oberfläche auf der Bühne projiziert werden, sondern es können eine Vielzahl von Oberflächen verwendet werden. Diese können statisch oder in Bewegung sein (siehe Abbildung 2.13).

Durch die Projektion erhält man die Möglichkeit, Aufmerksamkeit zu erregen. Das ist aber zeitgleich das schwierige im Theater, sie darf nicht die Handlung auf der Bühne in den Hintergrund rücken. Sie darf auch nicht das Licht oder die Szenerie komplett ersetzen, es ist eine eigene Form. Die Gefahr bei der Verwendung von Projektionen wie R. Craig Wolf und Dick Block ausführen, ist die der auffälligen Natur, welche Projektionen mit sich bringen und deren neue Möglichkeiten. Die Verwendung sollte überlegt sein und

⁹Die *Laterna Magicka* ist ein sehr frühes Projektionsgerät, welches im 17. bis 20. Jhd. in ganz Europa verbreitet war [77].

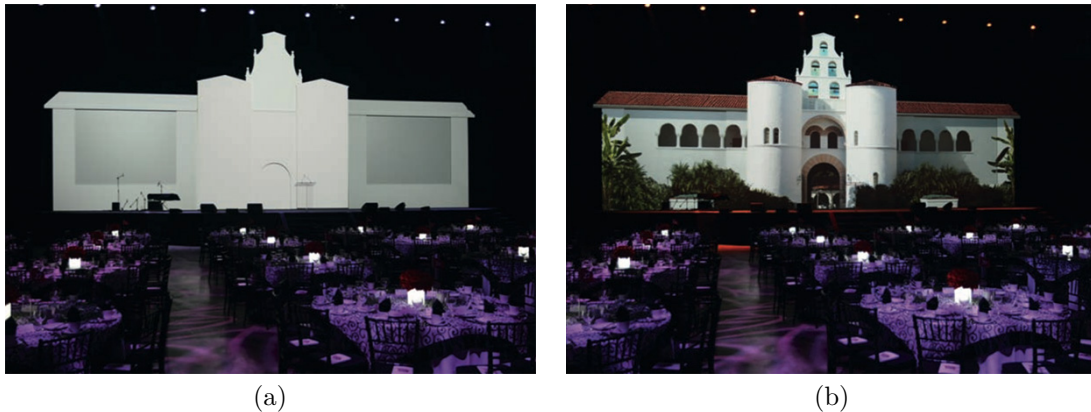


Abbildung 2.13: (a) zeigt ein gebautes Set ohne Beleuchtung und Projektion (b) zeigt das Set mit Projektion [11, S. 258].

die Handlung stützen. Es gibt drei Arten, wie Projektionen eingesetzt werden können: Als szenische Projektion, als integrierte Projektion, als dokumentarische Projektion [11, S. 256–261].

Szenische Projektion

Hier werden die Projektionen als Hintergrundkulisse verwendet. Die Bilder können sowohl konkret, als auch abstrakt sein und etablieren Stimmung und oder den Ort der Handlung. Sie dient lediglich als Unterstützung der Handlung, aber es findet keine Interaktion mit ihr statt. Sie sollte aber nicht dafür verwendet werden, nur um auf realistischen Hintergrund verzichten zu können, sondern eher als eigenes Medium verstanden werden [11, S. 259]. Diese Art der Projektion ähnelt stark denen der Rückprojektion in Filmen. Der Film *Oblivion* [34] ersetzte sogar die komplette Studiobeleuchtung durch eine solche Projektion. Anstatt vor einem Blue- oder Greenscreen zu drehen, wurde mit Hilfe von 21 Projektoren eine Leinwand, welche 270 Grad gewölbt war, mit einem dynamischen Hintergrund beleuchtet (siehe Abbildung 2.14). Dies hatte den großen Vorteil, dass keine zusätzliche Studiobeleuchtung benötigt wurde und es verringerte den Aufwand in der Postproduktion [75].

Integrierte Projektion

Bei der integrierten Projektion ist die Interaktion zwischen der Handlung und der Projektion ein integraler Bestandteil. Diese Art kann zwar auch mit statischen Bildern aufgebaut werden, verlangt aber meist nach Bewegung, entweder in Form von aufeinanderfolgenden Standbildern oder Video. Sie erfordern mehr Planung und Probezeit und können sehr komplex ausfallen. Es erfordert auch die Beteiligung der Besetzung, welche gefilmt und in den Projektionen gezeigt werden (siehe Abbildung 2.15 b) oder mit den Bildern interagieren [11, S. 260].

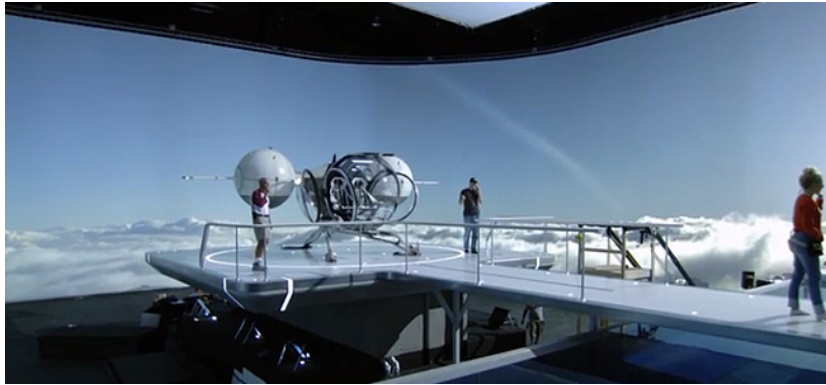


Abbildung 2.14: Zeigt das Set des Filmes *Oblivion*, welches mit Hilfe von szenischer Projektion erreicht wurde [75].



(a)

(b)

(c)

Abbildung 2.15: (a) zeigt ein Set aus der Broadway Produktion *The Who's Tommy*, in welcher eine Projektion als Hintergrund verwendet wurde. (b) zeigt eine integrierte Projektion aus der Produktion *Lydia*. (c) zeigt dokumentarische Projektionen aus der Produktion *Break and Roses*, in welcher Bilder der historischen Charaktere, welche die jeweiligen Schauspieler darstellten, auf die Rückwand projizierte [11, S. 259–261].

Dokumentarische Projektion

Diese Art der Projektion unterstützt und kommentiert die Handlung. Beispielsweise können Projektionen von Namen einer Stadt oder eines Datums über der Bühne die Zuseher sofort über Zeit und Ort der Handlung informieren. Diese Form ist die am wenigsten komplexe von den drei Projektionsarten [11, S. 261].

Digitaler Inhalt

Die Erstellung des zu projizierenden Inhaltes passiert heute digital mit denselben Werkzeugen, welche auch in der Filmbranche zum Einsatz kommen können. Das Suchen von Quellmaterial ist ebenfalls gleich und die Quellen sind unendlich. Bilder aus Büchern, dem Internet oder aus Magazinen können verwendet und je nach Zweck verändert oder angepasst werden. Oft werden die Bilder oder Videos auch unter Zuhilfenahme von Fotografen oder Videofilmmern zusammengestellt [11, S. 264–265].

2.5 Set Design im 3D Animationsfilm

2.5.1 Geschichtlicher Hintergrund

Die Gestaltung von 3D generierten Inhalten hat ihren Ursprung im Film, mit dessen Hilfe die Realsequenzen um nicht-existente Welten oder Wesen erweitert wurden. Erst später folgte die narrative Eigenständigkeit von 3D Animationen mit dem Ziel, sich von den digitalen Effekten, welche nur Zusatz der Filme waren, abzuheben.

In den früheren Jahren der Animationsgeschichte war der computergenerierte Kurzfilm mit experimentellen Themen behaftet und von Forschungsinstituten finanziert, bspw. die Visualisierung physikalischer Naturgesetze. Dies waren Computergrafiken, dessen Welten aus Linien und Punkten bestand. Das früheste Experiment mit Charakteranimationen wurde 1962 durchgeführt. Ab den 70er Jahren wurde die Forschung auf universitärer Ebene ausgeweitet. Dort entstanden Projekte wie *an animated hand* (1972) von Ed Catmull und andere. Diese computergenerierten Bilder waren jedoch nicht in einer speziellen 3D Software erstellt, welche es zur damaligen Zeit noch nicht gab, sondern wurden in Maschinensprache programmiert. Norm Badler entwickelte Mitte der 70er Jahre eine Software, mit dessen Hilfe die Pose einer Figur verändert werden konnte. Der Name der Software war *Jack* und stellte den Vorläufer heutiger 3D Anwendungssoftware dar. Dann, 1974, erschien der erste computergenerierte Kurzfilm *Hunger* [26], welcher eine Geschichte erzählte und auch als erster Animationsfilm für den Oscar nominiert wurde. Die ersten ernstzunehmenden Computeranimationen entstanden in der zweiten Hälfte der 70er Jahre und es war auch in dieser Zeit, dass die ersten Animationen Einzug in den Hollywoodspielfilm hielten [7, S. 45–47].

Es begann die Einbettung von computergestützten Grafiken in den Realfilm, welche heute mit dem Titel *Visual Effects* bezeichnet werden. Begünstigt wurde diese Entwicklung mit dem ersten IBM-PC Anfang 1980. Durch diese Hardware und ausgereifere Software entstand 1981 der Film *Tron* [57], in welchem reale Schauspieler in einer Computerwelt agieren. Ein Jahr später wurde im Film *Star Trek II - The Wrath Of Khan* [45], eine mehrere Sekunden zu sehende Computeranimation gezeigt, welche die Entstehung eines kahlen Planeten zu einem wieder bewohnbaren simuliert. Verantwortlich zeigte sich für diese Sequenz die Computerabteilung von *Industrial Light and Magic (ILM)* unter der Leitung von Ed Catmull. Diese animierte Sequenz sollte jedoch vom Rezipienten nicht mehr als computergeneriert wahrgenommen werden. Ab sofort sollten computergenerierte Sequenzen real gedrehte Aufnahmen ersetzen. Doch der Erfolg von *Tron* [57] und dem 1984 erschienenen Film *The Last Starfighter* [53], dessen Raumfahrzeuge digital erstellt wurden, blieb aus. Besonders im Vergleich zu *Star Wars Episode VI* [47], dessen Raumschiffe und Flüge durch die Galaxien noch mit klassischer Modelltricktechnik erstellt wurden, wurde die digital erstellte und rudimentär gehaltene Geometrie der Raumschiffe von *The Last Starfighter* [53] nicht gut aufgenommen. CGI wurden als nicht lohnenswertes Werkzeug erachtet. Computeranimationen wurden neben dem Film noch in der Werbung verwendet, dennoch mussten vier große CGI-Produktionsfirmen 1986 schließen. Erst 1989 mit dem Film *The Abyss* [49] von James Cameron konnte die negative Haltung CGI gegenüber aufgehoben werden. Es folgte *Jurassic Park* [30], bei dem erstmalig ein Softwarepaket, *Softimage*, welches frei erwerblich war, eingesetzt wurde. Mit Hilfe von Ed Catmull, John Lasseter und George Lucas entwickelte sich im Laufe



Abbildung 2.16: (a) zeigt einen Ausschnitt aus dem Kurzfilm *The Adventures of André and Wally B* [16]. (b) zeigt eine Szene aus *Luxo Jr.* [33] [94].

der Zeit Software zur Modellierung natürlicher Strukturen. CGI fand immer mehr Einzug in Filmen und ersetzte klassische Herangehensweisen, wie Stop-Motion-Animation. Heute stellt der Einsatz von CGI ein essenzielles Werkzeug dar [7, S. 47–52].

ILM hatte sich zum Marktführer für Spezialeffekte etabliert, doch 1986 trennte sich die Computerabteilung (bis dahin als *Graphics Group 3* betitelt) von ILM und mit dem Kauf durch Steve Jobs entstand die Firma *Pixar*, gemeinsam mit Ed Catmull (welcher bis heute Präsident der Firma ist) und John Lasseter. Bis kurz davor, 1984, waren mit dem Computer realisierte Animationen nur Erweiterungen für den Film, doch John Lasseter arbeitete an Kurzfilmprojekten, welche rein am Computer erstellt wurden und ohne Realfilm Elemente auskamen. Der erste davon war *The Adventures of André and Wally B* [16] (siehe Abbildung 2.16a). Somit gilt dieser Film als der erste Animationsfilm der heutigen *Pixar Animation Studios*. Für diesen Kurzfilm waren 16, zur damaligen Zeit üppig ausgestattete Rechner in Verwendung, dennoch betrug die Renderzeit Monate. Da es allerdings noch keine Rendersoftware gab, wurde jedes einzelne Bild mit einer Kamera vom Monitor abfotografiert. 1986 produzierte Lasseter bereits für *Pixar* seinen Kurzfilm *Luxo Jr.* [33], welcher später als erster computergenerierter Animationsfilm für den Oscar nominiert war. Da Lasseter vorher für Disney arbeitete, orientierten sich seine Filme eher an anthropomorphen Charakteren, weshalb es sich in *Luxo Jr.* [33] um zwei sehr vermenschlichte Tischlampen handelt (siehe Abbildung 2.16b). Diese wurden später auch in das Firmenlogo integriert. Es folgten zwei weitere Filme *Red's Dream* [38], in dem mit Elementen von Licht, Schatten und Nebel experimentiert wurde und *Tin Toy* [54]. Für diesen wurde erstmals eine menschliche Figur, ein Baby, eingesetzt. Hier mussten zuerst Lösungen zu Darstellung von Gesichts- und Körperbewegungen geschaffen werden. Der Film erhielt auch später, als erster computergenerierter Animationsfilm den Oscar. Es wurde auch zum ersten Mal eine Renderengine bei dem Film eingesetzt, *REYES* (kurz für, *Renders Everything You Ever Saw*), welche später, in die nach wie vor zum Einsatz kommende Renderengine *Renderman*, umbenannt wurde. 1991 wurde ein Vertrag mit *Walt Disney* geschlossen und aus dieser Kooperation entstand der erste abendfüllende Animationsfilm *Toy Story* [56]. In gewisser Weise war *Toy Story*

[56] das, was 1937 *Snow White and the Seven Dwarfs* [43], als erster handgezeichneter, abendfüllender Animationsfilm war [7, S. 52–55] und [6, S. 35–36].

2.5.2 Die Filmbühne in 3D

Im Gegensatz zum Film oder zum Theater, dessen Bühnen ganz oder zumindest teilweise in der Realität verankert sind, ermöglicht die digitale Bühne eine Bewegung in einer Räumlichkeit einer nicht vorhandenen Welt. Diese Bewegung kann mit herkömmlichen Werkzeugen (Vergleiche Unterschiede in Kapitel 3 zur Realtime Produktion) allerdings nur während der Produktion stattfinden. Doch zuerst muss die Bühne, also die Welt, erstellt werden. Es sollen kurz die einzelnen Produktionsschritte erklärt werden, wie ein CGI Film zustande kommt, jedes einzelne Studio hat dabei seine eigene Herangehensweise, also können einzelne Schritte je nach Produktionsstudio abweichen. Die hier umrissene Pipeline wurde beim Film *Shrek* [41] verwendet.

Wie im Film beginnt ein CGI Film mit der Erstellung der Geschichte, das Drehbuch entsteht. Auch wie im Film ist es der Production Designer, der dafür zuständig ist, dass alle Szenen innerhalb des Filmes kohärent bleiben und die Welt stimmig ist. Andrew Adamson, ein neuseeländischer Regisseur, welcher an *Shrek* [41] mitwirkte, sagt dazu [1, S. 81]:

One of the initial tasks for the production designer is to plot the use of various visual elements as they relate to story, the goal being to set up a visual vocabulary that enhances the telling of the story. Audiences naturally respond emotionally to the visual elements of a film, such as color, depth, shape, line, and so forth.

Nach der Fertigstellung des Skriptes wird die Geschichte in Sequenzen aufgebrochen und ein Storyboard für jede individuelle Sequenz wird erstellt. Diese wiederum werden nach der Absegnung des Regisseurs zum Schnitt weitergegeben, um darauf ein *Animatic* zu erstellen, um ein Gefühl für das Timing zu bekommen, Änderungen am Skript anzupassen und Regieanweisungen einzuarbeiten. Dann wird mit der visuellen Entwicklung begonnen. Hier werden Illustrationen angefertigt, welche den Look der Setumgebung mit Farben, Licht und Stimmung einfangen soll. Es werden das Design der Props, also aller benötigten Objekte im Film, die Textur und Farbe von Oberflächen und Objekten festgelegt. Blueprints, also Set Designs für alle benötigten Sets werden angefertigt, kurz gesagt, die Welt des Filmes geplant. Denn Animationswelten sind im Gegensatz zum Film nicht-existent, selbst wenn der Film in einer realen Umgebung spielt, muss alles digital zuvor erstellt werden. Dies passiert dann beim *Art Department*. Auf Basis der angefertigten Zeichnungen und des Storyboards werden die Props, Charaktere und Umgebungen modelliert. Im *Surfacing Department* setzt sich der Look endgültig fest. Hier wird den modellierten Objekten und Charakteren Textur und Farbe verliehen, gemeinsam mit dem *Lighting, Modelling* und manchmal *Matte Painting Department* wird der Look des Filmes konkretisiert. Es geht weiter zum *Layout Department*, diese sind dafür verantwortlich, den Look der vorhandenen Storyboards am Computer nachzubauen, also die Sets zu modellieren. Hier werden auch die anfänglichen Kameras gesetzt, die Umgebung wird mit groben Modellen aufgebaut, denn die finalen Objekte befinden sich währenddessen immer noch in Bearbeitung beim *Modelling Department*. Dies wird als



Abbildung 2.17: (a) zeigt eine Szene aus dem Kurzfilm *Shrek the Halls* [42], in der Final Layout Phase innerhalb der 3D Software. (b) zeigt dieselbe Szene nur als fertiges Rendering [86].

Rough Layout bezeichnet, ehe beim *Final Layout* die groben Modelle gegen die finalen ausgetauscht werden. Erreicht eine Sequenz die finale Layout Phase, werden noch kleine Details wie Steine, Bäume, Büsche, etc. hinzugefügt. Je nach Anforderung der Szene teilt sich die Arbeit danach in Charakter Animation, Effekte oder Beleuchtung, das *Layout Department* zeichnet sich dennoch für die ihm zugewiesene Szene durch die komplette Produktion hindurch verantwortlich. Das *Lighting Department* ist verantwortlich für die digitale Lichtgestaltung, für jede Sequenz des Filmes müssen virtuelle Lichter gesetzt werden. Es ist auch dafür verantwortlich, die einzelnen Elemente, wie Texturen und Shader, Bewegung der Charaktere, Effekte und Matte Paintings zusammenzuführen. Die fertiggestellten Szenen liegen allerdings nur in einer virtuellen Form vor, die Berechnung des Lichtes und Schatten und wie einzelne Materialien darauf reagieren oder Effektsimulationen sind nur in einer rudimentären Ansicht vorhanden (siehe Abbildung 2.17). Im Offline-Rendering (im Vergleich zum Realtime Rendering, siehe Kapitel 3) muss zuerst das Bild berechnet werden, dieser Prozess nennt sich Rendering [1, S. 5–12 u. 81–96]. Durch den Renderprozess verliert die virtuelle Bühne allerdings ihre Interaktivität, spätere Änderungen sind wie beim Realfilm nur noch durch den Schnitt oder Erweiterungen durch Matte Paintings oder Retuschen möglich, beziehungsweise durch verschiedene Renderpasses. Hier können aus dem gerenderten Bild beispielsweise nur die Glanzpunkte der Reflektionen gefiltert werden und später mit Hilfe einer Compositing Software noch angepasst werden, allerdings nicht interaktiv, sondern wieder wie beim Film im 2D Raum.

2.5.3 Fragmentierte Welten

Die Produktionspipeline bei Animationsfilmen ist linear, es wird ein Arbeitspaket von einem Department zum nächsten weitergereicht. Diese Art und Weise resultiert in einer fragmentierten Arbeitsweise, möglicherweise noch etwas fragmentierter als beim Film wie Andrew Adamson konstatiert [1, S. 96]:

[...] 3D feature animation is much more like live-action [...] However, 3D animation does differ from live-action in that animators don't have access to all the props, characters, lighting, and cameras at the same time.

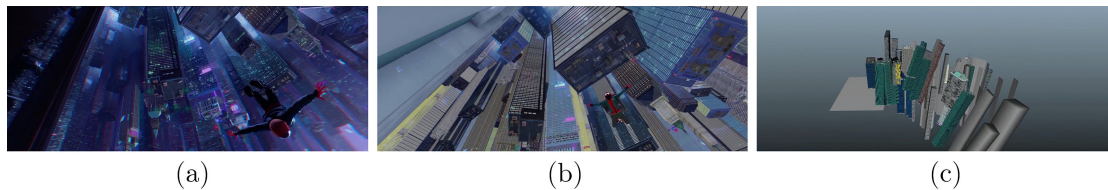


Abbildung 2.18: (a) zeigt die Szene aus dem fertigen Film. (b) zeigt das Layout in der 3D Software der Szene. (c) zeigt die Kameraansicht der 3D Software [98].

Das heißt, dass man sich in der Welt des Animationsfilmes, obwohl sie digital erstellt wurde und der Fantasie dabei keine Grenzen gesetzt sind, sich nicht frei mit der Kamera in dieser Welt bewegen kann. Die einzelnen Sequenzen liegen in jeweiligen Dateien vor, welche erst durch den Renderprozess und den späteren Schnitt wieder zusammen finden. Man hat nicht Zugriff auf alle Props, Charaktere, Umgebungen oder das Licht. Dies hat zwei Gründe.

Zum einen ist es eine technischen Limitierung, denn würde die ganze Welt von *Shrek* in einer Datei liegen, würden die dafür nicht ausgerichteten Softwarepakete die Datenmenge nicht bewältigen können, zudem wäre dies kontraproduktiv für den Renderprozess, bei dem versucht wird, die Renderzeiten so kurz als möglich, pro Frame, zu halten.

Zum anderen hat dies ästhetische Gründe, für die Lichtsetzung beispielsweise. Sie wird für jede einzelne Sequenz vorgenommen und angepasst, um den Blick der Zuseher zu lenken und für das Auge angenehm zu gestalten. Hat die Lichtsetzung in der einen Szene funktioniert, passt sie für die nächste eventuell nicht mehr. Bei *Shrek* [41] gab es beispielsweise Probleme mit *Shrek*, dessen Weste bei Tageslicht gut aussah, jedoch nicht bei Nacht, da die Farbe der Weste zu dunkel aussah. So gab es zwei Modelle des Charakters, welche für die jeweilig passende Szene verwendet wurde (vgl. [1, S. 95]).

Ein weiteres Beispiel für die fragmentierte Welt des Animationsfilms ist *Spider-Man: Into the Spider-Verse* [44]. Der Look, der für den Film gewählt wurde, war inspiriert durch die *Spider-Man* Comics der 80er Jahre. Jedes Bild sollte so aussehen, als sei er direkt einem Comic entsprungen. Jeder einzelne Frame war CG animiert und wurde später mit 2D Elementen ergänzt bzw. überzeichnet [60]. Christopher Miller, Produzent des Filmes sagte dazu [76]:

It ended up being a very complicated mashing of CG animation and 2D hand drawn animation and a bunch of new software to render textures in a stylistic and hand painted style.

Das heißt, dass jedes in der 3D Software erstellte Bild nach dem Rendern weiter bearbeitet wurde, im Umkehrschluss bedeutet dies, dass die Welt, in welcher der Film spielt, im 3D Raum der Software nicht dem entsprochen hat, was der Rezipient später beim Sehen des Filmes wahrnimmt. In einer Szene springt der Protagonist Miles von einem Hochhaus in das Meer der Stadt, für den Zuseher wirkt die Welt, als sei sie komplett begehbar, doch in der Produktion sind sie nichts weiter als einige wenige Gebäude, verschoben angeordnet, um der Perspektive zu dienen (siehe Abbildung 2.18).

In einer weiteren Szene in einer Straße musste im Hintergrund eine belebte Stadt



Abbildung 2.19: (a) zeigt die Szene im fertigen Film, eine ganze Stadt im Hintergrund. (b) zeigt die Vogelperspektive direkt aus der 3D Software, die Stadt besteht aus nur einigen Blöcken [98]



Abbildung 2.20: (a) zeigt die Szene im fertigen Film, eine ganze Stadt im Hintergrund. (b) zeigt die Vogelperspektive direkt aus der 3D Software, die Stadt besteht aus nur einigen Blöcken [98]

gezeigt werden. Anstatt die vielen Autos zu animieren wurden die Lichter der fahrenden Autos im Hintergrund durch einfache Geometrie dargestellt, um quasi eine ganze Stadt zu simulieren (siehe Abbildung 2.20). Diese Verfahrensweise wurde auch in weiteren Sequenzen angewendet.

2.6 Zusammenfassung

Zu analogen Zeiten war das Production Design beim Film ein sehr sequentieller Prozess. Pläne wurden gezeichnet, Sets und Kostüme gebaut und auf Basis dessen gefilmt. Erweiterungen der Umgebung wurden in Post-Produktion mit Hilfe von Matte-Paintings und anderen Effekten auf einem optischen Drucker zusammengebracht. Durch die digitalen Veränderungen findet das Compositing und die Art Direction schon während der Produktion fortlaufend statt. [8, S. 154–155].

Filme bieten gigantische Welten, welche den Rezipienten Einladen, sich darin zu verlieren. James Camerons Film *Avatar* [19] war für manche Zuseher so fesselnd, dass Zuseher depressiv wurden, weil sie nicht Teil dieser Welt sein konnten [61]. Ein Blick hinter die Kulissen verrät allerdings die fragmentierte Natur des Filmes.

Diese Welt muss aber erst einmal verwirklicht werden. Wie schon in Abschnitt 2.3.1

beschrieben war das Studiosystem lange Zeit Usus, in den 1950ern entflohen man dann den Studios und in den Naturalismus. Der Naturalismus ist geblieben, der Film hat immer noch den Anspruch, das Reale abzubilden, obgleich es ein Fantasiefilm oder ein geerdeter Film ist. Doch man ging wieder zurück ins Studio und der technische Fortschritt setzte der Vision und den Fantasien der Drehbuchautoren und Regisseure beinahe keine Grenzen. So werden viele Sets mittlerweile durch Green- oder Bluescreen Verfahren, durch 3D Modelle oder Matte-Paintings ergänzt, zum Problem für manche Schauspieler wie Ian McKellen, denn wie in *Avatar* [19] wurde ein großer Teil davon vor Greenscreen gedreht. Dabei sollen doch die Schauspieler das Gefühl haben, Teil einer realen Welt zu sein. Und genau diese Realität ist Regisseuren wie Ben Affleck sehr wichtig, der Zuseher verbindet mit der Physikalität von echten Gegenständen, in diesem Fall dem Filmset und dessen Gegenstände, seine eigene Realität. Dies unterscheidet auch den Real- vom Animationsfilm, selbst wenn man denken könnte, dass durch die digitalen Möglichkeiten mit all den Spezialeffekten und versteckten Illusionen eine Annäherung an die reine Animation stattfindet. Es überwiegt dennoch die Schuldigkeit, welche der Film der Realität gegenüber hat, zu sehr. Physische Gegenstände und somit das Set vermitteln ein Gefühl der Realität, so wird es wohl immer zum Teil gebaut werden müssen, um diesen Zustand zu erreichen. Durch die Erweiterung mit Blue- oder Greenscreens wird das Filmset zu einem fragmentierten Gebilde. Doch das darf es auch, wie erwähnt erschafft das Set alleine nicht den Raum, das tut es erst in Verbindung mit der Arbeit des Kameramannes und der des Editors, welcher dem Film zeitliche und räumliche Grenzen setzt. Dies ermöglicht dem Zuseher glauben zu machen, das Büro einer amerikanischen Botschaft, gefilmt in Los Angeles, sei eigentlich in Istanbul.

Ein Nachteil dieser Fragmentierung ist zum Einen, dass sehr viel Vorstellungsvermögen gebraucht wird, nicht nur von Seiten der Schauspieler, sondern auch von Seiten des Regisseurs. Mit Hilfe digitaler Visualisierungen kann dem abgeholfen werden, doch diese brauchen Zeit, erstellt zu werden, die Information ist nicht ad-hoc abrufbar. Die Crew hinter James Cameron bewies mit der Simulcam allerdings, dass auch ein Drehen in völlig virtueller Umgebung möglich ist, allerdings fernab des Detailreichtums des fertigen Endproduktes. Ein weiterer Nachteil dieser Fragmentierung der Sets ist die enorme Vorausplanung, welche geschaffen werden muss. Mit Hilfe von Storyboards und Pre-Visualisierungen muss die Idee für die zu erschaffende Welt vorab getroffen werden, ist alles erst einmal aufgebaut, bleibt nur wenig Spielraum, etwas anderes zu probieren oder andere Blickwinkel zu testen. Was im Vorfeld falsch angedacht wurde, muss in späterer Folge im Filmschnitt kaschiert oder verändert werden.

Im Gegensatz zum Theater, zwar findet auch hier eine Pre-Produktionsphase statt, um eine Idee für das Stück und dessen Welt zu bekommen, Ideen entstehen allerdings oft während des Produktionsprozesses. Dass sich alles an einem Platz abspielt, hat einen großen Vorteil. Die Arbeit verläuft somit weniger fragmentiert, als beim Film. Zwar gibt es auch im Theater eingeteilte Bereiche, wie die Szenengestaltung, Lichtgestaltung usw., doch diese Personen arbeiten alle auf derselben Bühne, sehen das was der andere sieht – im starken Kontrast zum Film. Die Schauspieler und Regisseure sehen möglicherweise durch den Greenscreen kein Set beim Dreh. Visuelle Effekte werden erst nachträglich eingearbeitet und selbst wenn der zuständige VFX Supervisor Vorort ist, dann nur bei Szenen, welche ihn betreffen. Das große Ganze sieht er nicht. Im Theater arbeiten alle Bereiche gemeinsam, an einer Stelle.

Das heißt auch, dass sich während der Produktion Änderungen on-the-fly durchführen lassen können, manche Theaterregisseure, wie oben beschrieben, entwickeln so ihre Ideen währenddessen. So ist die Erarbeitung der Welt des Theaterstückes immer in Bewegung. Wenn beispielsweise wenige Wochen vor der Premiere noch Änderungen gewollt sind, lassen sich diese in den Proben noch einarbeiten (natürlich auch abhängig von der Komplexität der Änderungen). Im Film ist dies nur noch bedingt möglich. Es müssten entweder Szenen nachgedreht werden oder Änderungen digital nachgereicht werden, was wieder zusätzlichen Aufwand bedeutet, der möglicherweise auch den zeitlichen Rahmen sprengen würde.

Eine weitere Möglichkeit, welche sich dadurch ergibt, ist die des *Devised Theatre*. Hier wird oft nur eine Rahmenhandlung vorgegeben und die Schauspieler, gemeinsam mit dem Regisseur, erarbeiten das Stück während der Proben. Quasi ein improvisiertes Stück, welches später geprobt und aufgeführt wird. Die Proben finden dabei mit allen beteiligten Gestaltern gemeinsam statt, bis sich das fertige Stück ergeben hat. Das Potential darin ist, dass Ideen so ausprobiert werden können und nichts in Stein gemeißelt ist, bis zum letzten möglichen Moment [11, S. 54].

Das Theater ist dafür örtlich und zeitlich sehr linear, alles spielt sich in einem (physischen) Raum ab und zeitliche Änderungen sind schwerer anzudeuten. Die Partizipation des Publikums ist Teil dieser Welt. Diese Umstände machen das Theater unmittelbarer. Doch zeitgleich hat es dadurch Limitierungen, welcher der Film nicht hat. Nicht alles ist darstellbar, die Scheinrealität, muss auch als solche dargestellt werden und kann nur begrenzt durch den Computer, durch Erweiterungen des Sets suggeriert werden. Entgegen dem Film muss die Realität der Fantasie weichen, doch wenn das Theaterstück in sich konsistent bleibt, so kann sich auch der Zuseher darauf einlassen und in seiner Vorstellung sind die gemalten Bäume tatsächlich ein Wald. Das erlaubt dem Gestalter auch die Einarbeitung verschiedenster Kunstformen, es muss nicht so stark auf den Realismus gepocht werden als beim Film (wobei hier der Absolute Film wieder eine Ausnahme ist, bzw. abstrakt gehaltene Animationen).

Die digitalen Möglichkeiten halten sich ebenfalls in Grenzen. Mit Projektionen lässt sich die Welt des Theaterstückes zwar erweitern oder verändern, doch die digitalen Freiheiten eines Filmes oder einer Animation sind nicht gegeben. Lars von Trier ist von dieser Begrenzung, welche ein Raum jemanden gibt fasziniert[63].

Die Arbeit beim Animationsfilm hingegen ist der des Films sehr ähnlich, wie Andrew Adamson schon sagte (siehe Abschnitt 2.5.3). Der Arbeitsprozess selbst ist linear und folgt einem Wasserfall Prinzip. Das führt dazu, dass Sequenzen, wurden sie in der Pipeline zum nächsten Department weitergereicht, bei Änderungen wieder nach oben hin zurückgegeben werden müssen, was Zeit kostet. Im Gegensatz zum Film erlaubt der Animationsfilm allerdings das tatsächliche Begehen der zu erschaffenden Welt. Dies wiederum ist dem Theater sehr ähnlich, dem jedoch die 3-dimensionale Freiheit fehlt. Doch die zu erkundende Welt ist sehr ähnlich der eines Filmsets, es wird oft nur zu Teilen gebaut, auch um technische und artistische Ressourcen zu schonen. Dies verlangt nach genauer Vorausarbeit – wie hat jede einzelne Szene auszusehen – und lässt dem späteren Experimentieren weniger Freiraum. Und ist die Welt in der 3D Software fertig generiert, bannt der Renderprozess sie sprichwörtlich wieder auf einen 2-dimensionalen Film. Änderungen lassen sich so im Nachhinein, wieder nur durch Matte Paintings, Render Passes oder Retuschen in einem Compositing Tool durchführen. Die während

der Produktion eingeführte Interaktivität geht wieder verloren.

Auch wenn hier von Vor- und Nachteilen der einzelnen Medien gesprochen wird, um eine bessere Vergleichbarkeit zu veranschaulichen, sollte man nicht in diesen Kategorien denken. Es sind nur individuelle Herangehensweisen und Werkzeuge der einzelnen Medien, um eine Geschichte zu erzählen. Eines dieser neuen Werkzeuge, welche sich gerade etablieren, ist das des Real-Time Rendering, also der Echtzeitberechnung von computergenerierten Bildern. Diese wird im nächsten Kapitel beleuchtet und in wie weit sie Auswirkungen auf bestehende Arbeitsprozesse bei der Filmerstellung hat.

Kapitel 3

Realtime Produktion – Manipulationen in Echtzeit

Dieses Kapitel befasst sich mit dem Unterschied zwischen der, sich in der Industrie etablierten, linearen Produktion von Animationsfilmen beim Offline Rendering und der nicht linearen Produktion bei Verwendung einer Echtzeit-Rendering Engine (wie beispielsweise der Unity Engine oder Unreal Engine). Dabei wird auch auf Einsätze im Film und Werbung und der Vergleich zum Videospiele angesprochen.

3.1 Offline Rendering vs. Realtime Rendering

Offline Rendering

In der traditionellen Produktion von CG Filmen wird in einer linearen Arbeitsweise gearbeitet. Das heißt, der Film durchläuft mehrere Stationen bis zum fertigen Endprodukt, ähnlich dem Prinzip eines Wasserfalls (siehe Abbildung 3.1). Auch der Begriff *handoff approach* wird dafür verwendet [92].

Der in Abschnitt 2.5.2 beschriebene Workflow soll der Vollständigkeit wegen hier noch einmal kurz beschrieben werden: Der Film beginnt mit der Erstellung des Drehbuches, welches durch ein Storyboard visuell umgesetzt wird. Im nächsten Schritt werden die Storyboards verwendet, um ein Animatic zu erstellen. Dabei werden die Zeichnungen zu einer sehr groben 2D Animation zusammengeschnitten. Beim Animatic steht der narrative Kontext im Vordergrund und ob die Geschichte, so wie erdacht, funktioniert. Zusätzlich werden im Animatic Sound Effects und Dialoge aufgenommen, das Animatic soll so repräsentativ wie möglich sein. Nach oder während der Erstellung des Animatics kreieren Visual Artists den Look des finalen Films und wie jeder Character und jedes einzelne Objekt aussehen soll, in Rücksprache mit dem Regisseur und/oder Production Designer. Im Anschluss müssen die Objekte, Umgebungen und Charaktere in 3D modelliert werden. Diesen Modellen muss aber noch eine Art Skelett gebaut werden, um sie später animieren zu können, dazu werden die 3D Modelle rigged. Und da sie nicht gänzlich grau bleiben können, texturiert. All diese Dinge kommen im Scene Set Up zusammen, Pixar verwendet den Begriff *rough layout*. Die Szenen werden aufgebaut, virtuelle Kameras platziert, dieser Prozess ähnelt einer Pre-Viz (welche beim Film verwendet

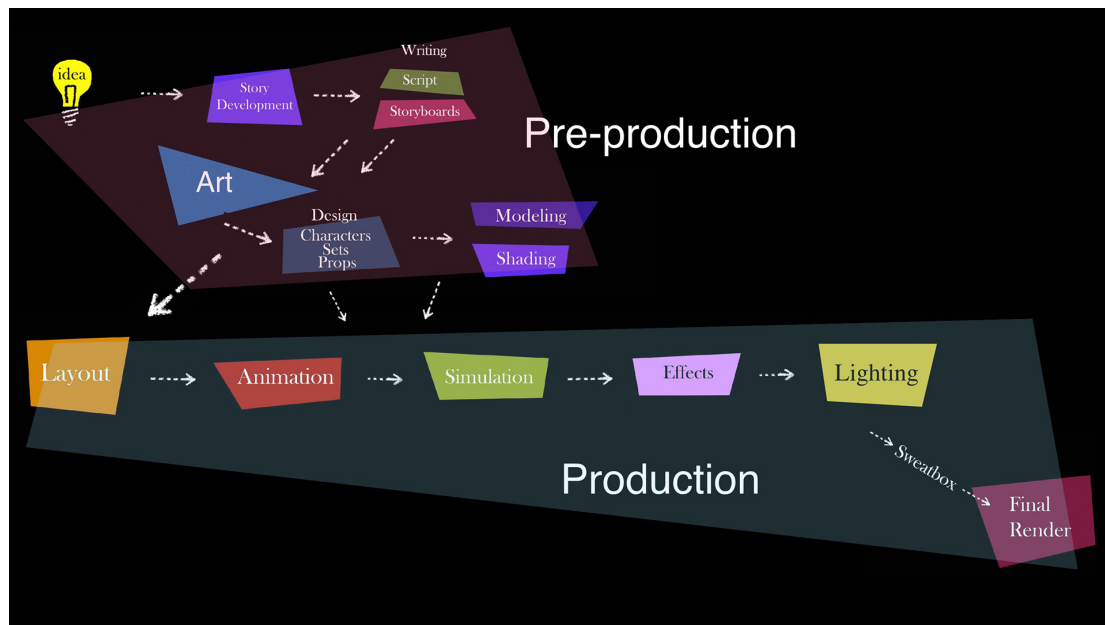


Abbildung 3.1: Linearer Workflow eines CG Filmes, nach Pixar/Disney [84].

wird, um Visual Effects Shots vorab zu visualisieren [4, S. 415]). Später wird darauf ein Blocking erstellt, welche die Bewegungen der Charaktere innerhalb der Szene zeigt. Hier werden Kameraführung und das Staging der Charaktere festgelegt. Zeitgleich wird an den visuellen Effekten gearbeitet, dazu gehören z.B. Feuer, Explosionen, Wasser, etc., sowie Crowdsimulationen (also das Animieren von mehreren, hunderten, Charakteren gleichzeitig, diese werden simuliert, da händische Animationen nicht mehr möglich wären). All das kommt zusammen und die beinahe fertige Szene wird ausgeleuchtet. Zum Schluss muss jeder einzelne Frame des Filmes gerendert werden, oftmals braucht ein Frame einer großen Filmproduktion mehrere Stunden.

Realtime Rendering

Im Gegensatz zum sequentiellen Arbeiten, in denen die Departments relativ strikt voneinander getrennt sind und somit eine Arbeit von Department zu Department weitergereicht wird, stellt einem Unity - bzw. allgemein das Echtzeit-Rendering - eine neue Perspektive in Aussicht (siehe Abbildung 3.2).

Wie in Abbildung 3.2 fig. 1 zu sehen ist, beginnt das komplette Team relativ zeitgleich mit der Arbeit am Projekt. Auch was man vorher noch als Vor- oder Nachproduktion bezeichnet hat, ist nur noch Produktion. Man arbeitet im Prinzip auch schon von Beginn an im fertigen Projekt (alle projektbezogenen Dateien befinden sich in einem Ordner), allerdings noch als Rohling. Dieses Projekt wird über die Zeit immer mehr verfeinert bis zum finalen Endprodukt. Temporäre Animationen oder Shots werden einfach durch verbesserte Versionen ausgetauscht während man iteriert (siehe Abbildung 3.2 fig. 2) [92]. Allerdings ändert die Real-Time Pipeline nichts am Beginn der Produktion, dem Entwerfen der Story. Auch hier wird mit einer Idee begonnen, welche später zu einem

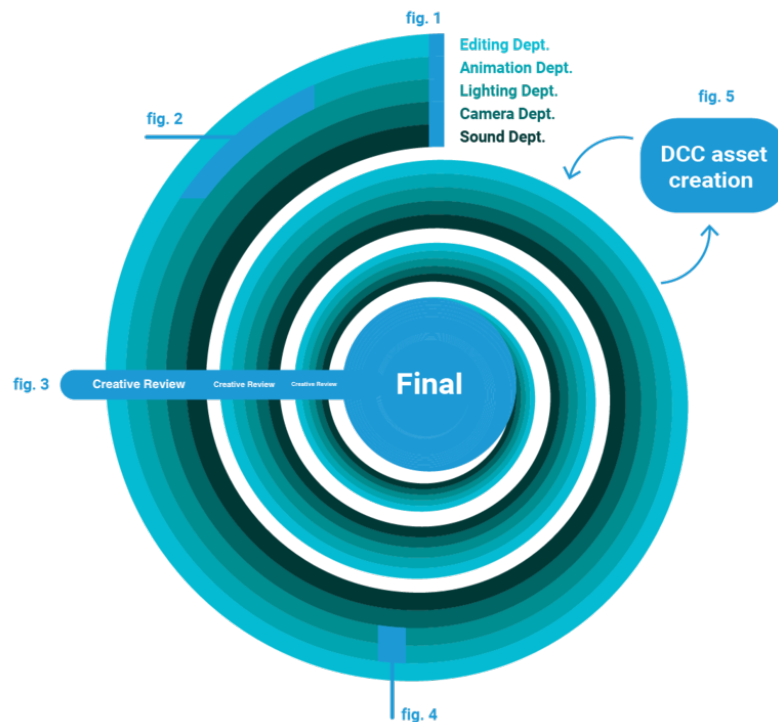


Abbildung 3.2: Echtzeitworkflow nach Unity.

Film weiter entwickelt wird. Diese Idee muss auch in Form von Sketches und einem Storyboard visuell dargestellt werden. Allerdings lassen sich diese Ideen In-Engine schnell zu einem Blocking umsetzen, wie das Team der *Unity's Innovation Group* beschreibt [73]:

The conceptual blocking for the short [Sherman, Anm. d. Autors] was started by our animator, Bryan Larson [...]. Using the rough character sculpts created by Steven Shmuely, Bryan quickly created a first animation blocking pass to convey the basic story that he envisioned.

Mit diesem groben Blocking der Animation wurde sofort mit dem Koordinieren der Kameras begonnen und erste Ideen generiert, innerhalb eines Tages stand das erste Animatec [73]. Abbildung 3.2 fig. 3 beschreibt die Review Cycles, also die Feedbackschleifen, in der der Regisseur das Bildmaterial bekommt, sich ansieht und seine Meinung dazu äußert. Wie im herkömmlichen Arbeitsprozess überwacht auch hier der Regisseur oder der Lead des jeweiligen Departments die Arbeit, allerdings kann dieser auch in Echtzeit Feedback geben, da er immer den derzeitigen Status der Arbeit sieht und nicht erst auf fertige Renderings warten muss. Abbildung 3.2 fig. 4 soll zeigen, dass sich das Projekt immer nach vorne bewegt, selbst wenn sich die kreative Richtung ändert und bspw. eine Änderung des Kamerawinkels vorgenommen wird. Abbildung 3.2 fig. 5 betrifft das Erstellen von Content und das Arbeiten der einzelnen Departments welche mit einer sequentiellen Arbeitsweise, sowohl zeitlich als auch prozessabhängig nicht simultan

stattfinden konnten. Bei der Produktion von Echtzeit-Content ist dies aber möglich, so kann beispielsweise der Animator gemeinsam mit dem Lighting Artist zusammenarbeiten und seine Animationen in der komplett beleuchteten Szene ansehen.

Bei der Verwendung des Begriffes Echtzeit-Rendering muss unterschieden werden zwischen dem Einsatz eines Echtzeit-Renderers innerhalb einer 3D Software, wie beispielsweise *Eevee*, welche im Softwarepaket *Blender* enthalten ist und der Verwendung einer Game Engine. Beide rendern den Content in Echtzeit, eine Game Engine ist allerdings für größere Datenmengen ausgelegt, um Spiele damit entwickeln zu können, wohingegen Blender eine 3D Software zum Modellieren, Animieren, Texturieren und Shaden ist. Das heißt, sie ist in gewisser Weise nach wie vor der linearen Herangehensweise von Animationsfilmen unterworfen, allerdings erhöhen sich durch das Echtzeit-Rendering die Iterationen und das Look Development.

3.2 Veränderte Arbeitsweise für den Animationsfilm

Änderung der traditionellen Produktionspipeline

Ein Vorteil ist das Durchbrechen der klassischen Einteilung in Vorproduktion, Produktion und Nachproduktion und der linearen Arbeitsweise. Dabei ist es auch nicht unüblich, dass selbst Animatics in fertige Shots ausgebaut werden, da diese eine gute Grundlage bieten. Ein Beispiel dafür zeigte das Unity Film Development Team in einer Präsentation zu dem Kurzfilm *ADAM* [14]. Ihr Produktionsprozess beinhaltete zwar eine sehr klassische Vorproduktionsphase, allerdings wurde aus den raschen Skizzen des Storyboards ein Blocking in Unity erstellt. Daraufhin wurden Motion Capture Aufnahmen¹ gemacht, welche sofort in die Engine geladen und angesehen werden konnten, das alles innerhalb einer Woche. Ab diesem Zeitpunkt konnte sofort zeitgleich an den Animationen, am Environment und an der Lichtsetzung gearbeitet werden, parallel (vgl. [93], Minute 53–55). Eine ähnliche Herangehensweise wurde im Kurzfilm Projekt *Sherman* [40] gewählt [73], sowie bei der Kurzfilm Serie *Baymax Dreams* [20], wie Isabelle Riva, Head von Made With Unity, beschreibt [91]:

We got rid of storyboards. We went straight from scripts into pre-vis. Once all the assets and modeling and texturing were done, once the characters were in there, the director was able to play and decide where the camera goes, what time of day it is. All those changes could be made in real time. It was very empowering as a pipeline for the storytellers.

Sie spricht damit nicht nur das Aufbrechen der klassischen Hierarchie an, sondern den großen Vorteil der gemeinsamen Arbeit. Da in einem Unity Projekt praktisch alle Teammitglieder an der selben Szene arbeiten, sehen sie die Arbeit der Kollegen im Kontext und deren fertige Arbeit. Wenn beispielsweise ein Animator in einer beinahe fertig beleuchteten Szene animiert, könnte er den Charakter etwas blinzeln lassen, wenn er sieht, dass ihn genau hier ein Lichtstrahl im Gesicht trifft, dadurch erhöht sich auch die Qualität [91]. Denn es ist ein Problem in einer traditionellen Pipeline, dass die jeweilig nach-

¹Dabei versteht man die Aufzeichnung von Bewegung der Schauspieler mit Hilfe von Tracking Markern. Diese Information kann später in die 3D Software zur Animation von digitalen Charakteren verwendet werden.

folgende Abteilung auf der Arbeit der vorherigen aufbaut. Dieses Problem beschreibt Andrew Adamson [1, S. 95]:

A potential pitfall for the Lighting Department, since it lives at the “end” of the feature pipeline, is that it inherits all the sins of the departments that come before it. Layout may decide that a tree is in the way for a certain shot and cheat it over, Character Animation may not know where the keylight will be located to make the characters “act to the shadow”, and so forth. These kinds of decisions may cause lighters to have to alter their setups just to get back to an approved look that “broke” because of the upstream change.

Durch die direkte Zusammenarbeit würde dieses Problem wegfallen.

Ein weiteres Problem, welches er beschreibt ist, dass nicht alle Animatoren Zugriff auf alle Probs, Kameras, Licht und Charakteren hätten (siehe Abschnitt 2.5.3). In einem Projekt in der Unity Engine liegen jedoch alle Files innerhalb des Projektes vor, das bedeutet, jeder hat Zugriff auf alle Files, zu jederzeit. Das *Layout Department* kann so beispielsweise mit den groben Modellen beginnen, die Szene aufzubauen, sobald vom *Modeling Department* ein Asset fertig ist, kann sofort das grobe Modell durch dieses ersetzt werden. Zeitgleich können in dieser Szene Animationen und das Licht erstellt werden, in einem iterativen Prozess befindet sich diese Szene so ständig in Veränderung.

Dieser schnelle Iterationsprozess steigert auch die Produktivität: 4–5 Monate soll es gedauert haben vom groben Storyboard (siehe Abbildung 3.3, a) bis zum finalen Film. Auch Oats Studios – verantwortlich für den 2. und 3. Teil der *ADAM*-Filmreihe – beschreiben eine ähnliche Produktionssteigerung. In nur 5 Monaten hatte das Team produziert, was mit traditionellem Rendering ein Jahr gedauert hätte. CG Supervisor Abhishek Joshi, CG Leiter von *Game of Thrones*, sagte [89]:

Coming from offline, ray-traced renders, the speed and interactivity has allowed us complete creative freedom and iteration speed unheard of with a non-RT workflow.

Bei der Produktion von *Sherman* [40] wird ein ähnliches Bild gezeichnet [73]:

Unity’s powerful animation and camera tools allowed the team to go from rough idea to completed animatic in a period of days. Being able to rapidly iterate and try out ideas in real time is extremely powerful, and allows the creative team to really ‘find the story’ very quickly.

Wegfall des Renderprozesses

Eines der offensichtlichsten Merkmale ist das Wegfallen des Renderprozesses. Dieser passiert nämlich schon während man in der Szene arbeitet nebenbei. Dies bringt einen großen zeitlichen Vorteil, speziell beim Look-Development, also der Phase, in der erst das Aussehen von Modellen beispielsweise, festgelegt wird. Mit dazu gehört auch der oben genannte Punkt, dass Animatoren ihre Animationen bereits ausgeleuchtet betrachten können und somit besser auf Licht und Schatten animieren können. Auch Regisseure

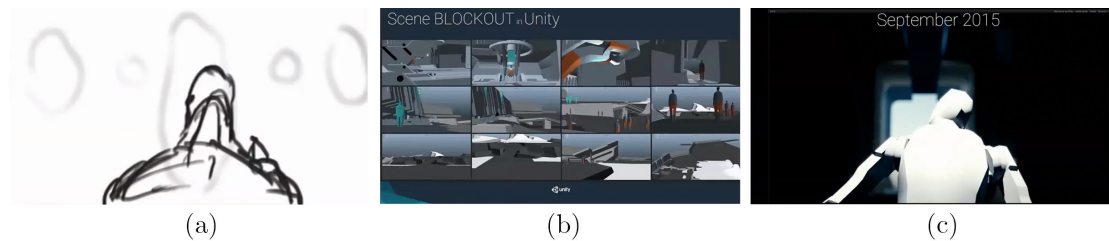


Abbildung 3.3: Kurzfilm Adam. Vom Sketch (a), zum Blocking (b), Blocking + Animation in Unity (c) [93].

müssen nicht mehr Wochen oder Tage damit verbringen darauf zu warten, dass Renderings fertig werden, um sie zu überprüfen. Sie können sich gleich selbst ein Bild davon am Schreibtisch des Mitarbeiters machen und sich fertige Szenen sofort ansehen (vgl. [66], Minute 1), somit kann auch das Feedback sofort in Echtzeit eingearbeitet werden. Mitarbeiter haben so die Möglichkeit, die Vision des Regisseurs besser zu treffen und umzusetzen.

Ein weiterer Vorteil ist, dass Experimentieren risikolos bleibt, da lange Renderzeiten ausbleiben. Ein Beispiel: Während der Erstellung von *Adam 2: The Mirror* [15], bereitete dem Regisseur und VFX Supervisor eine Außenszene Probleme, die Lichtstimmung passte nicht so recht zur Szene. Schlussendlich bot der VFX Supervisor an, der Regisseur möge ihm eine Stunde Zeit geben, um weitere Lichtsituationen zu testen. Gemeinsam mit seinem Team erarbeitete er vier weitere Lichtszenarien für den 30 Sekunden langen Shot. Alle wurden dem Regisseur vorgelegt und die beste wurde ausgewählt und mit ihr weitergearbeitet. Eine Entscheidung, die ohne Echtzeit-Rendering mehrere Tage gebraucht hätte, bis das Material gerendert, geschnitten und rausgespielt worden wäre [92]. Diese Art der Arbeit, die Experimentierfreudigkeit gepaart mit dem sofortigen Feedback, wie die Szene aussehen wird, erhöht möglicherweise auch wieder die Wahrscheinlichkeit der *Happy Accidents*, zumindest unterstreicht der Regisseur der *Baymax Dreams* Kurzfilm-Serie diesen Gedanken [66].

Mit dem Wegfall wird auch ein weiteres Problem des Animationsfilmes behoben, die Interaktivität. Wie in Abschnitt 2.5.2 beschrieben, wird durch den Renderprozess die zuvor interaktive Welt in der 3D Software wieder auf ein 2D Bild gebannt. Natürlich passiert dies im letzten Schritt auch bei Animationsfilmen, welche in Echtzeit produziert wurden, allerdings bleibt während des gesamten Schaffensprozesses das digitale Set voll ausgeleuchtet und geshaded (quasi gerendert), mit allen fertigen Probs begehbar. Ein gigantisches Set, in welches man eintauchen und sich treiben lassen kann, um so nicht geplante oder unbekannte Perspektiven zu finden, eine freie, forschende Kamera. Dies bringt möglicherweise jene Qualitäten zurück, welche der real Dreh vor Ort im Film *Atonement* [18] (siehe Abschnitt 2.3.3) mit sich brachte.

3.3 Das digitale Set

Ein weiteres Einsatzgebiet der Unity Engine war bei der Aufnahme des Motion-Capturings mit den Schauspielern, für *ADAM Episode 1 & 2* [14][15]. Der Regisseur Neill Blom-

kamp verwendete die Software im Studio bei der Aufnahme mit den Schauspielern. Vorher wurde die virtuelle Umgebung erstellt, während der Arbeit mit den Schauspielern konnte der Regisseur vor Ort am Set die digitale Umgebung sehen, in welchen die, später digitalen, Charaktere sich bewegen, sehr ähnlich der *Simulcam*, welche 2009 James Cameron für Avatar verwendete, allerdings mit einer viel höheren Detaildichte, als Cameron sie hatte. Der Production Designer Richard Simpson sagte dazu[89]:

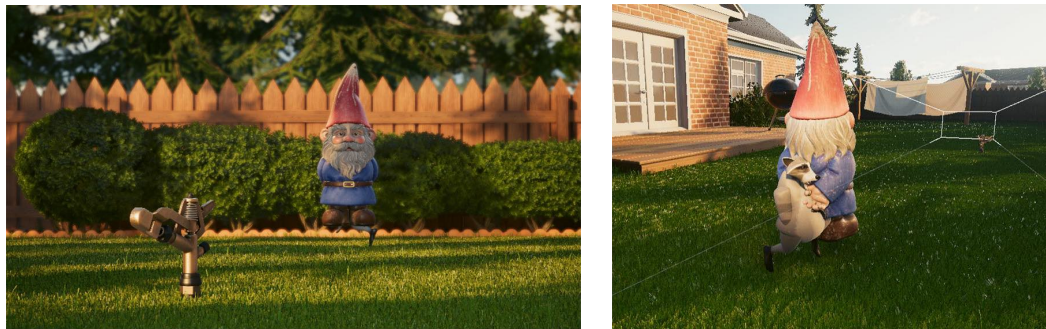
Seeing the virtual environment while we did motion capture with actors was really useful as well. It was much easier to walk around seeing where the performers should go and such.

3.4 Vergleich zu Videospielen

Der Vergleich zu Videospielen liegt, besonders bei Verwendung einer Game Engine zum Rendern eines Animationsfilmes sehr nahe. Man nutzt auch die Vorteile einer solchen aus, denn nirgendwo sonst hat man die Möglichkeit, ein Set mit gigantischen Ausmaßen nachzubauen, als in einer Game Engine. Solche müssen für große offene Welten von Videospielen dafür ausgelegt sein, dies ist auch der technische Vorteil bei der Verwendung für den Animationsfilm. Im Gegensatz zum Videospiele (hier im speziellen Fall *Open-World*² Videospiele) bleibt der Film allerdings für den Zuseher linear. Die angesprochene Interaktivität beim Animationsfilm bleibt nur während der Produktionsphase erhalten, was dem Filmschaffenden zu Gute kommt. Diese muss allerdings in späterer Folge als Konsequenz einer dramaturgischen Handlung weichen. Auch müssen Videospiele aus allen Perspektiven gut aussehen, der Spieler kann die Welt frei erforschen und dementsprechend, als freie Kamera, überall hinsehen. Beim Animationsfilm ist man bei der Produktion dann etwas freier, man kann mehr schummeln, solange es die Kamera nicht sieht. Ein Beispiel: Bei dem Kurzfilm *Sherman* [40] versteckt sich der Protagonist, ein Waschbär, hinter einen Gartengnom, um unbemerkt am Rasensprenkler vorbei zu kommen. Im fertigen Film sieht es so aus, als würde er den Gnom mitbewegen um von der Stelle zu kommen. Wenn man sich nun allerdings von der verfolgenden Kamera löst und sich im Editor bewegt und umsieht und so hinter den Gnom blickt, sieht man, dass lediglich die sichtbaren Füße des Waschbären animiert wurden, das restliche Charaktermodell aber nicht und ist sogar ziemlich verzerrt (siehe Abbildung 3.4).

Ein weiteres Beispiel sind einige Frames zuvor. Um der eben beschriebenen Szene etwas mehr Tiefe zu geben, wurden 2D Baumtexturen vor das Sonnenlicht gestellt, um hinten auf dem Zaun Schatten von Bäumen zu bekommen (siehe Abbildung 3.5). Diese Textur taucht im Editor, von einem Frame zum nächsten, einfach auf, während man durch den Film scrollt. Da dies aber nicht von der Zuseherkamera gesehen wird, ist es unerheblich, wenn diese Textur in der späteren Szene einem Zweck dient. In einem *Open-World* Videospiele wäre dies allerdings keine wünschenswerte Herangehensweise, da der Spieler zum einen sieht, wie die Textur aufploppen würde und zum anderen sehen könnte, dass sie nur eine plane Fläche ist. Im Film wird im Vergleich zum Videospiele

²In dieser Art von Videospielen ist eine offene Welt gegeben, in welche der Spieler hingehen kann wo er möchte, um die Welt zu erkunden. Diese Art steht dem linearen Videospiele entgegen, welches den Spieler mehr an die Hand nimmt, um ihn durch die Handlung zu führen. Der Vorteil hierbei ist, dass die Handlung dramaturgisch besser inszeniert werden kann.



(a)

(b)

Abbildung 3.4: (a) zeigt eine Szene aus Sherman durch die Zuseherkamera, aus dem fertigen Film (b) zeigt den selben Frame, allerdings im Unity Editor, durch eine Kamera hinter dem Gnom.



(a)

(b)

Abbildung 3.5: (a) zeigt einen Ausschnitt aus dem Editor des Kurzfilmes *Sherman* [40]. (b) zeigt den selben Ausschnitt wie (a), nur einen Frame danach, hier wurde eine plane 2D Textur eingeblendet, um in der folgenden Szene Baumschatten auf den Gartenzaun zu werfen.

jedes Mittel genutzt, um dem Bild dienlich zu sein, beim Videospiel müssen andere Wege gefunden werden.

3.5 Verwendbarkeit in Film und Werbung

Nicht nur für den Animationsfilm ist das Rendern in Echtzeit von Vorteil. Mit Hilfe dieses neuen Werkzeuges ergeben sich auch gute Einsatzgebiete in Film und Werbung. Eine Möglichkeit wurde oben schon kurz erwähnt. Nämlich die Verwendung virtueller Orte direkt am Set, um dem Regisseur die Möglichkeit zu geben, die fertige Umgebung, wenn diese digital ist, in Interaktion mit Schauspielern zu sehen – *Virtual Cinematography*. Wes Potter und Habib Zargarpour, welche beide in der Film- und Gamingbranche tätig sind, gründeten eine Firma mit dem Ziel, Tools für Unity zu entwickeln, um traditionelle Herangehensweisen für den Filmdreh mit Echtzeit-Render Vorteilen von Game Engines zu kombinieren. Ihr Ziel ist es [82]:

To bring the creative process back into the shots on set, as if it was all

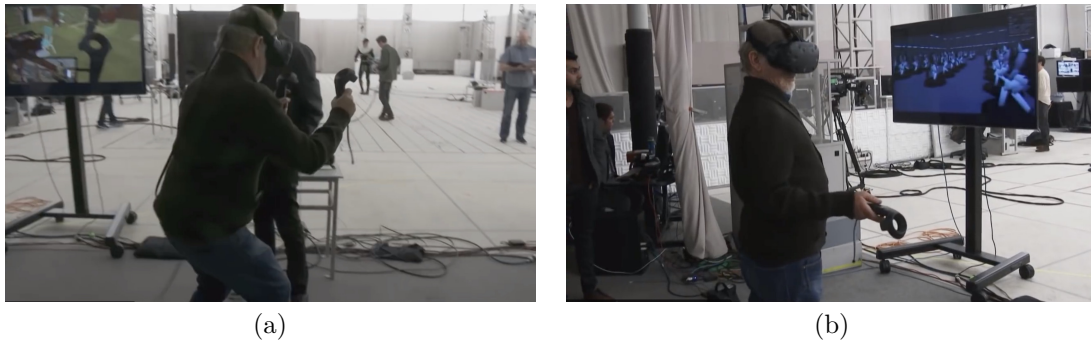


Abbildung 3.6: (a) und (b) zeigen Steven Spielberg beim Location Scouting am virtuellen Set von *Ready Player One* [37] (vgl. [97], Minute 12).

practical shooting, as if it was all live ... bringing directors front and center with their films again. “

Sie möchten diese Unmittelbarkeit, welche durch die langsame VFX Pipelines verloren geht, wiederherstellen. Da Echtzeit-Rendering Engines so schnell rendern, glauben sie, dadurch wieder mehr Spontaneität in den Kreativprozess am Set zu bringen. Ihre Tools wurden auch schon in Filmen wie *The Jungle Book* [52], *Ready Player One* [37] und *Blade Runner 2049* [21] verwendet. Die Idee für ihre Tools begann mit James Cameron, welcher nach den Dreharbeiten vom ersten Teil von *Avatar* [19] (mit Hilfe der Simulcam (siehe Abschnitt 2.3.4) einige Ideen hatte, den Drehprozess zu verbessern. Darunter waren Punkte wie, weniger Lag um live zu Drehen, eine Möglichkeit, welche einem das Anfassen von Objekten erlaubt, Kontrolle über Licht und verbesserte Ladezeiten (sie brauchten bei *Avatar* [19] ca. 15 Minuten, um Szenen zu laden oder zu speichern).

In *Ready Player One* [37] hatte Steven Spielberg so die Möglichkeit, mit Hilfe der HTC Vive, einem Virtual Reality Headset, durch eine digital erstellte Umgebung zu gehen und so virtuelle Orte für den Dreh zu suchen, und seine Shots zu planen (vgl. [97], Minute 12)(siehe Abbildung 3.6). Da alles in Echtzeit war, konnte er Anweisungen geben, Objekte aus dem Weg zu räumen, was sofort umgesetzt werden konnte. Steven Spielberg beschreibt auch, wie seltsam Drehaufnahmen für virtuelle Umgebungen sind, sowohl für den Regisseur, weil dieser sich alles vorstellen muss, wie alles aussieht, als auch für die Schauspieler und so bat er die Schauspieler auch, das Headset zu tragen, um sich ein Bild von ihrer Umgebung machen zu können ([97], Minute 13).

Habib Zargarpour beschreibt, dass er auch die Möglichkeit hatte, eine neue Pipeline zur Visualisierung des Filmes *Greyhound* [25] zu realisieren. Normalerweise wird jeder Shot einzeln bearbeitet und jede Kamera dieser Shots mit Keyframes animiert. Daraus werden Playblasts erstellt, und es wird gemeinsam mit dem Regisseur iteriert. Anstatt dessen wurde die gesamte Szene als eine einzige Szene in Unity importiert (der gesamte Film bestand aus einer Summe von 45 Master Scenes). So hatten sie die Möglichkeit, wie in einer Dokumentation den Film zu drehen, man konnte sich frei bewegen, überall hingehen, seine Kamera positionieren und filmen (vgl. [97], Minute 20).

Um den ray-tracing Support für nVidias RTX Grafikkarten zu bewerben, hat das Unity Team eine Probewerbung eines BMW 8 Coupés umgesetzt. Sie wollten sowohl eine reine CG Fassung, als auch eine Real Fassung, welche sie in einer Werkstatt aufge-



Abbildung 3.7: Links ist die Realaufnahme im Studio. Rechts der nachempfundene CG Shot [96].

nommen haben (siehe Abbildung 3.7). Ihr Ziel war es, zu zeigen, wie Entscheidungen, die während des Werbeerstellungsprozesses getroffen werden, von der Vielseitigkeit einer Echtzeit-Rendering Engine profitieren können. Die Previsualisierung begann in Unity und half bei der Vorbereitung zum eigentlichen Dreh in der Werkstatt. Hier wurde direkt mit dem Kameramann in Unity gearbeitet. Mit einfachen Shadern und Lichtern wurden zuerst Kameraplatzierungen, das Framing, Schärfebereiche und das Pacing festgelegt. Die Kameras, welche beim Drehen des Werbefilms verwendet werden sollten, konnten in Unity mit Hilfe der *Physical Camera* (eine virtuelle Kamera, welche wie eine physische Kamera funktioniert) schon vorab ausprobiert und eingestellt werden. Das half, den Look in CG mit dem der Realaufnahme gleich umzusetzen. Dann wurde mit dem Licht experimentiert, auch hier wurde das geplante Lichtequipment eins zu eins in Unity im Detail umgesetzt, wie bspw. Formen, Farbtemperatur und Intensität. So konnten sie sofort sehen, wie von der Decke hängende Lichter aussahen und die Platzierung dieser verfeinern. So wurde das ganze Set zuvor digital gebaut und geplant und der Kameramann konnte so schon vor dem Dreh den Look definieren. Nach dem Filmdreh wurde die Szene in Unity weiter final ausgearbeitet. Da die Previsualisierung schon in Unity geschehen ist, mussten keine Assets migriert werden. Als Lichtreferenzen wurden Fotos vom Set genommen, auch vom Auto, um die digitale Kopie der Realaufnahme anzugleichen. Mit Hilfe von Texturen, welche in die Area Lights als Cookies eingespeist wurden, konnten die Lichtquellen vom Set digital nachempfunden werden. Durch die Echtzeitberechnung in Unity konnten sie vom ersten Tag an die Resultate in 4K Auflösung sehen, was beim Offline-Rendering mehr Zeit beanspruchen würde, dadurch konnten sie auch kleine Details schneller anpassen [62].

3.6 Nachteile

Das Echtzeit-Rendering bringt allerdings auch manche Nachteile mit sich. Die Möglichkeit, mit Unity Animationsfilme zu produzieren, ist eine relativ neue Technik. Wie mit allem Neuen müssen sich erst Workflows etablieren. Somit ergeben sich natürlich technische Hürden, wie zum Beispiel fehlende Kompatibilität externer Software.

Im eigenen Projekt, *The Sapling*, haben sich Probleme mit *SpeedTree* ergeben. Alle

Vorteile, weswegen *SpeedTree* zur Verwendung herangezogen wurde (automatische Generierung von LODs, applizieren der Windsimulation), konnten nicht ausgenutzt werden, da die Software die neue Render Pipeline von Unity (noch, Stand Dezember 2019) nicht unterstützt, was also manuelle Nacharbeit und Zeit kostete. Ein weiteres Problem ergab sich in der Verwendung von Displacement für die Bodentexturen. Es sollte Gebrauch von Unitys *texture paint* Funktion gemacht werden, allerdings unterstützt Unitys HDRP Standard Shader, welcher für das Darstellen von Terrains verwendet wird, keine Tessellierung, so musste mit Hilfe eines Skripts ein Umweg geschaffen werden.

Generell müssen bei der Verwendung einer Game Engine für den Animationsfilm auch die gängigen Methodiken bei der Erstellung von Videospielen beachtet und Arbeitsschritte angepasst werden. Wie beispielsweise der Texturspeicher, da alle Texturen in Echtzeit geladen werden müssen, hat dies (wie beim Offline Rendering) Auswirkung auf die Renderzeit und beim Echtzeit-Rendern somit auf die Performance innerhalb des Editors, in dem gearbeitet wird. Gleiches gilt für Displacement, diese wird auch während des Arbeitens angewandt und hat somit erheblichen Einfluss auf die Leistung während des Arbeitens. Ebenso muss auf die Topologie der einzelnen Modelle geachtet werden, dass diese nicht eine zu hohe Polygonanzahl erreichen. Für viele dieser Probleme gibt es Lösungen, welcher man sich allerdings erst bewusst werden muss, wenn man noch nie in Spiel-Engines gearbeitet hat. So lässt sich bspw. die Tessellierung für das Displacement, abhängig von der Kameradistanz, einstellen, wie zB. den Auflösungsgrad. Für die Polygonanzahl können LOD (Level of Detail) Gruppen erstellt werden. Das bedeutet, dass für dasselbe Asset mehrere Modelle mit unterschiedlich hoher Polygondichte erstellt werden. Für Objekte, welche weiter von der Kamera entfernt stehen, wird das mit der geringsten Anzahl an Polygonen genommen, da diese von Rezipienten ohnehin nur noch schlecht wahrgenommen werden können, dies spart aufwendige Berechnungen der Grafikkarte.

Ein weiterer Nachteil von Unity ist die fehlende Möglichkeit, Animationen direkt in Unity zu erstellen, so muss ein Umweg über eine externe Software gegangen werden. Kleinere Animationskorrekturen lassen sich allerdings mit dem in Unity 2019.1 hinzugefügten *Animation Rigging Package* korrigieren. Viele Probleme ergeben sich auch, da die *High Definition Render Pipeline* sich noch in einer Preview Phase befindet, was auch Programmfehler nicht ausschließt. Updates und Zusatzfunktionen werden in schnellem Tempo hinzugefügt, was das Problem von Softwareversionen mit sich bringt, da ein Upgrade des Projektes auf eine höhere Version weitere Probleme nach sich ziehen kann. Auch die Frage der Projektorganisation musste geklärt werden, da es hier noch kein *State of the Art* gibt (siehe dazu Kapitel 5).

Ein Film wie *Spider-Man Into the Spider Verse* [44] wäre nicht möglich. Auf Grund der direkten Natur von Echtzeit-Render Engines müssen auch die eingesetzten Werkzeuge dafür in Echtzeit funktionieren. In dem Film Beispiel (siehe Abschnitt 2.5.3) wurde über jeden einzelnen Frame in der Post-Produktion darüber gemalt, dies mit Hilfe von Tools in Echtzeit, würde die derzeitige Hardwaretechnik einer einzelnen Workstation eines Mitarbeiters zu sehr belasten. Man müsste also auch hier wieder die einzelnen Bilder abspeichern und in einer Post-Produktionsphase nachbearbeiten.

Auch wenn schon sehr gute Bilderergebnisse mit Echtzeit-Rendering möglich sind, wie das Beispiel der BMW Werbung verdeutlicht, so ist man dennoch limitiert. Im Animationsfilm *Coco* [23] wurden sehr viele Lichter verwendet und die Szenen waren

sehr groß angelegt. Die ersten Rendertests mit dem Offline Renderer *RenderMan* zeigten, dass jeder Frame ca. 1000 Stunden brauchte zum Rendern. In einer Sequenz waren ca. 8 Millionen Lichter. Nach einiger Entwicklungszeit konnte die Zeit auf 75 Stunden pro Frame (in den komplexeren Szenen) heruntergebrochen werden. Doch dies wäre mit dem heutigen Stand der Technik in Echtzeit nicht möglich. Je komplexer die Szene, desto schwieriger wird die Navigation im Editor, da im Hintergrund ständig Bildberechnungen laufen, was beim Offline-Rendering nicht der Fall ist. Manche Probleme lassen sich umgehen, so konnte beispielsweise beim Kurzfilm *Sherman* [40] mit einem Knopf die Qualität des Felles des Waschbären minimiert werden und die Bewegung im Editor wurde wieder flüssiger (bei einem selbst durchgeführten Test). Die Hardwarelimitierung ist ein recht häufiges Problem. Hardwareschwache Workstations können sich so schnell als Problem herausstellen, wie es auch bei dem eigenen Projekt *The Sapling* passiert ist. Beim Offline Rendering hingegen ist ein Arbeiten auch auf schwächeren PCs möglich (solange nicht gerendert wird oder aufwendige Simulationen berechnet werden müssen). Dieses Problem lässt sich allerdings teilweise umgehen, wie auch bei unserem Projekt besteht die Möglichkeit, ein sogenanntes Multi-Scene-Setup aufzubauen (siehe Kapitel 5).

Um eine Referenz zu geben: Das Team hinter dem Kurzfilm *Sherman* [40] hatten zum Arbeiten eine Workstation mit folgender Ausstattung (siehe *Sherman Readme*):

- i7 CPU,
- 64GB RAM und
- nVidia 1080TI Grafikkarte.

Diese Hardware kostet ca. 1100€ (stand August 2019). Für Renderings, welche jede Nacht in finaler Qualität in 4K erstellt wurden, hatte das Team 3 dedizierte PCs, als mini-render Farm verwendet. Somit wurde auch vermieden, dass die Workstations, welche täglichen von den Mitarbeitern verwendet wurden, nicht als Renderstationen verwendet werden mussten. (vgl. [74]).

3.7 Zusammenfassung

Das Rendern in Echtzeit bietet bei der Erstellung von Animationen eine gänzlich neue Arbeitsweise, es kann viel direkter und enger zusammengearbeitet werden. Das Backtracking wie in der traditionellen Pipeline entfällt, dadurch kann schneller iteriert und es können schneller neue Ideen ausprobiert werden. Die verwendeten Szenen können, bei Verwendung einer Game Engine als Rendersoftware, um vieles rößer sein. Mit der besseren visuellen Darstellung durch die Echtzeitberechnung der Bilder wird damit der Layout Prozess der Szenen explorativer, auch in Bezug auf die Charakteranimationen und Lichtsetzung, da man viel besser absehen kann, wie die fertige Szene aussehen wird. Zudem verschwimmt so die Grenze zwischen Pre-Production, Production und Post-Production. Das Rendern in Echtzeit ist speicherlastig und wenn die Szenen zu detailreich werden, kann dies unter Umständen dazu führen, dass man sich während der Produktion nur noch ruckartig durch die Szenen bewegen kann. Davon abgesehen verlangen manche Filme nach einer Post-Produktion, wie *Spider-Man Into the Spider Verse* [44], so wird diese nicht gänzlich aus dem Produktionsprozess wegzudenken sein.

Echtzeit-Rendering im Vergleich zum Film, Theater und Offline Rendering

Im Film besteht der große Nachteil darin, dass die Sets in der realen Welt nicht existieren, sie können nur zum Teil aufgebaut werden, denn man kann beispielsweise keine Stadt zerstören, nur um den Weltuntergang in Roland Emmerichs *2012* [12] darzustellen. Dies muss digital in der Postproduktion gemacht werden, das bedarf die genaue Planung der Szene, der Bewegung der Kamera usw. und beim Filmdreh muss die Vorstellung in den Köpfen der Beteiligten sein (wie auch Spielberg nochmal bekräftigt [97]). Auch der Klang, die Umgebungsgeräusche werden oftmals erst in der Postproduktion hinzugefügt, all diese Etappen machen den Schaffensprozess fragmentiert. Hier schließt sich auch der Animationsfilm an, allerdings hat dieser den Vorteil, dass die Welt während der Produktion begehbar ist. Es bietet sich hier innerhalb dieser Sequenzen eine freie forschende Kamera, um so andere Blickwinkel zu finden, als noch im Storyboard vorgegeben. An diesem Punkt entfaltet sich das Potential des Echtzeit-Rendering, die frei begehbare Welt bleibt auch hier erhalten, jedoch nicht nur in einer ungefähren Voransicht, sondern schon das fertige Bild, wie es im Film aussehen wird. Hier findet sich eine Ähnlichkeit zum Theater, der Gestaltungsprozess der Bühne läuft während der Produktion. In den Proben werden immer neue Dinge ausprobiert und umgeändert, im *Devised Theatre* ist dies sogar die gängige Praxis. Alle Beteiligten, der Tongestalter, Bühnenbildner, Techniker und Schauspieler arbeiten auf derselben Bühne und können diese gemeinsam gestalten. Auch die Arbeit an sich ist direkter, unmittelbarer, da jederzeit in diese fiktionale Welt eingegriffen werden kann. Besonders bei der Verwendung einer Game Engine als Rendssoftware wurden in Beispielen oben, diese Begriffe genannt. Es passiert eine Annäherung an das Theater. Durch die Interaktivität und das direkte Feedback wird das Arbeiten unmittelbarer. Es kann direkt vom Skript zum Blocking der Animation übergegangen werden, das Set wird rudimentär aufgebaut und während der Produktion ständig erweitert und verbessert, es ist ständig in Bewegung. Dadurch kann auf Änderungen viel schneller reagiert werden, sonst war dies eher Arbeit in der Post-Produktion, wenn man beispielsweise gemerkt hat, dass ein Baum zu weit rechts steht, in Echtzeit-Produktionen kann dieser einfach verschoben werden. Auch am Filmset ist diese Technik dienlich, um virtuelle Umgebungen darzustellen und sie so für den Regisseur und die Schauspieler, durch ein VR Headset, sichtbar und interaktiv zu machen. Spielberg konnte so gewünschte Änderungen sofort durchführen lassen und das Ergebnis ansehen. In der Werbung konnte so ein Dreh im Voraus genau geplant werden, das Experimentieren in einer Software ist risikofreier als am Set vor Ort.

Kapitel 4

Das ideale Set – eine gedankliche Konstruktion

In diesem Kapitel soll die Vorstellung eines idealen Sets, auf Basis der in Kapitel 2 und 3 gesammelten Informationen skizziert werden. Dafür sollen ideale Grundbedingungen geschaffen werden, eine perfekte Situation und inwieweit das Verwenden einer Echtzeit-Rendering Engine, wie Unity, diesem Ideal nahe kommt.

4.1 Die Idealvorstellung und Absolute Freiheit

Das ideale Set wäre ein Set, bei dem eine one-shot Performance möglich wäre. Eine Welt, die in sich konsistent ist und man darin der Kameramann ist, man könnte neue ungeahnte Blickwinkel finden oder sich in dieser Welt treiben lassen, um auf neue Ideen zu kommen. Man könnte frei in ihr gestalten, es gäbe keine Restriktionen, absolute Freiheit. Man könnte einen Wald zeigen, durch den man hindurch fährt, an einem Meer von Blumen vorbei, hinein in eine Lichtung gehen und wieder hinaus. Quasi ein Welttheater, ähnlich wie Shakespeare schrieb: *All the world's a stage*. Alle Beteiligten Personen sehen dasselbe zur gleichen Zeit. Hier gibt es viele Schnittstellen zum Theater. Man hat einen Film, der aus einem Theaterstück entsteht in Echtzeit. Dadurch entsteht spontaneres Arbeiten. Der Schauspieler kann auf seine Umgebung reagieren, da er ja Teil dieser Welt ist. Die Bühne wird zum Leben. Eine Idealvorstellung welche sich dadurch ergibt wäre, dass Anlegen einer riesigen Library. Die digitale Technik ermöglicht jetzt schon die Simulationen von großen Mengen digitaler Charaktere(siehe Filme wie *Der Herr der Ringe*, uva.). Diese Idee könnte auf ein komplettes Weltbildungsszenario erweitert werden. Sodass sich nicht nur spezielle Mengen simulieren lassen, sondern das Entstehen und Vergehen ganzer Gebiete, Siedlungen, Städten, Bäumen und Pflanzen simuliert wird. Man hätte in späterer Folge nur noch Geschichten zu erfinden, welche in dieser Welt spielen und der Gestaltungsprozess würde mehr in den Vordergrund rücken. Neu benötigte Charaktere oder weitere Assets könnten dieser ständig wachsenden Library hinzugefügt werden. Natürlich würde ein solches Konzept auch im herkömmlichen 3D Film funktionieren, allerdings haftet diesem, im Gegensatz zu Echtzeit-Rendering, die starke Fragmentierung an, welche in Kapitel 3 erwähnt wurde, es wird viel stärker Shot für Shot geplant. Mit Hilfe von Echtzeit-Rendering Engines (und speziell Spiel-Engines)

zur Erstellung von Animationsfilmen, kann viel direkter mit dieser Welt interagiert werden, mehr wie ein Dokumentarfilmer.

Durch diese Echtzeit und den stark explorativen Charakter, rückt allerdings die Shot für Shot Planung wieder weiter in den Hintergrund. Wenn die Welt zur Bühne wird und alles in Echtzeit passiert, sehen wir keinen Film mehr. Ein Film braucht allerdings eine Geschichte und diese muss konstruiert sein, es muss ein roter Faden vorhanden sein, welcher durch diese Geschichte führt. Ein gutes Beispiel dafür sind die in Kapitel 3 genannten Open-World Videospiele. Die Freiheit, welche dort geboten wird, ist eine Pseudo-Freiheit. Man kann natürlich mit seinem Charakter durch die große, offene Welt gehen, doch um tatsächlich eine Handlung, eine Geschichte zu erfahren, muss man jemanden oder etwas treffen. Und das muss geplant, muss konstruiert werden. Um dieses Beispiel auf einen Film umzumünzen: Man könnte beispielsweise *Avatar* [19] nicht als den Film erleben, der er ist, würde die Kamera einem anderen Charakter folgen, als dem Protagonisten Jake Sully oder würde wiederum die Kamera nur ihm folgen, würde man nicht sehen, was der Antagonist oder andere Charaktere auf dem Planeten suchen. Der Regisseur nutzt aber wie ein Literat die Möglichkeit, zwischen den Orten zu springen und so die Handlung zu erzählen und voranzutreiben. Die Welt des Filmes wird durch die Handlung zusammengehalten und die Handlung entsteht aus inszenierten Momenten und Situationen, die genau zu dieser Zeit passieren müssen. Daraus lässt sich allerdings schließen, dass die absolute Freiheit nicht gemeinsam mit Spannung (welche durch eine Geschichte erzeugt wird) einhergeht.

4.2 Zusammenfassung

Echtzeit-Rendering Engines wie Unity bieten diese Möglichkeit der riesigen Sets: eine große Welt, welche in sich konsistent ist und man selbst der Kameramann sein kann, man hat keine räumlichen Restriktionen.

Die absolute Freiheit, wie erwähnt, ist für den Film allerdings unbrauchbar. Man hat jedoch eine kreative Freiheit, nämlich ungeahnte Blickwinkel zu finden oder die Welt nach seinen aktuellen Bedürfnissen anzupassen. Diese Freiheit hat allerdings auch eine Kehrseite, sie verleitet einem, dass man die Szene an seine Bedürfnisse anpasst. Im Gegensatz zum Film, bei dem man gezwungen wird, Entscheidungen zu treffen, wenn etwas nicht so funktioniert wie geplant, muss man improvisieren. Dadurch entstehen glückliche Zufälle, die zu ganz neuen Dingen führen.

Die Gefahr dieser Freiheit: Da sich so mancher Zwang auflöst, können dadurch bestimmte Entscheidungen gar nicht erst eintreffen. Ein gutes Beispiel dafür liefert der Film *Jaws* [29]. So war der Hai-Roboter, den Spielberg für den Film bestellte, alles andere als brauchbar, am ersten Tag sank er sofort zu Boden und nach wenigen Tagen begann er zu rosten. Also musste Spielberg improvisieren, und so wurde die Richtung des Filmes geändert. Es wurde mit der Angst vor dem, was man nicht sieht, gespielt und so bekommt man den Hai in vielen Szenen gar nicht erst zu Gesicht. Mit der ikonischen Musik im Hintergrund wusste man sofort, wann der Hai da war, ohne ihn zu sehen.

Es besteht nun also die Gefahr, zu lange an seiner Vision, welche man im Kopf hat, zu hängen und so kreative Gelegenheiten zu verpassen. Diese räumliche Freiheit ist allerdings noch nicht auf dem Niveau des zuvor beschriebenen Ideals, so gibt keine beliebige Detaildichte, man kann nicht unendlich ins Bild zoomen und beispielsweise

bei unseren Bäumen (bezugnehmend auf das eigene Projekt *The Sapling*) einen Käfer kriechen sehen, an dem die Kamera dann vorbei zieht und zB. eine weitere Szenerie enthüllt. Derzeit ist dies in Realtime prozedural nicht möglich, man müsste den Käfer einplanen, modellieren und animieren. Gleiches gilt für die oben erwähnte erweiterbare Library einer kompletten Welt.

Das Echtzeit-Rendering bietet einen weniger fragmentierten Arbeitsprozess, dadurch erhält man permanent Feedback. Beim Offline Rendering muss man auf einzelne Frames (Feedback) warten und beschäftigt sich in dieser Zeit mit etwas anderem, so wird auch der Denkprozess fragmentiert. Objekte, welche in eine Szene geladen werden, können nicht sofort unter unterschiedlichen Lichtbedingungen betrachtet werden, da jede Änderung ein neues Rendering bedeutet, permanentes Feedback würde beim Schaffensprozess allerdings helfen, selbst im Moment zu bleiben, wie bei Änderungen auf einer Theaterbühne können Ideen schneller umgesetzt werden. Echtzeit-Rendering wird so dem Theater näher, es kann das Set gebaut, umgebaut oder angepasst werden, gleichzeitig wird geprobt (mit Motion Capturing). Allerdings kann ein weiteres Ideal nicht erfüllt werden. Die Schauspieler, welche mit Hilfe von Motion Capturing die digitalen Charaktere spielen, können diese Welt nicht sehen, lediglich der Regisseur hinter der Kamera. Allerdings kann hier *Virtual Reality* ein Bindeglied sein. Wie Steven Spielberg schon bei den Dreharbeiten des Filmes *Ready Player One* [37] zeigte, kann man den Schauspielern (und ihm als Regisseur selbst) mit Hilfe von VR einen Eindruck der Umgebung geben, in denen ihre Charaktere stehen. Das Feedback kann durch die VR-Brille allerdings nicht mit in die Performance genommen werden, da sie die Brille wieder abnehmen müssen, um das Tracking nicht zu beeinflussen. Vergleicht man das nun wieder mit dem Realfilm: kennt man zwar die Orte, in denen die Handlung spielt, doch diese muss man alle schon im Kopf miteinander verbinden, oftmals hat auch nur der Regisseur ein genaues Bild davon im Kopf.

Das bedeutet nun, in einer Echtzeit-Rendering Engine hat man den Vorteil des Theaters, ein unmittelbares Arbeiten, die Technik erlaubt ein Anpassen des Sets zu jeder Zeit und man kann diese Welt, wie ein Dokumentarfilmer, mit seiner Kamera begehen und sich treiben und inspirieren lassen. Diese Exploration ist nahe am Leben und der echten Welt. Dadurch wird es unvorhersehbarer, vor allem, je mehr im Vorfeld prozedural generiert wird. Wenn man nun in solch einer Engine einen Animationsfilm machen möchte, braucht man allerdings eine treibende Handlung, und diese benötigt inszenierte Momente, dies steht im Kontrast zu dieser Unvorhersehbarkeit. Um sich also in dieser Welt nicht zu verlieren, braucht es Disziplin, um seine Vision auch umzusetzen, die Limitierungen, welche man normalerweise auf der Theaterbühne oder beim Film hätte, muss man sich hier selbst setzen, um nicht der Verbohrtheit der eigenen Vision zu erliegen.

Kapitel 5

Arbeitsweise im Projekt *The Sapling*

In diesem Kapitel werden keine neuen Theorien zu Echtzeit-Rendering präsentiert, sondern Information darüber gegeben, wie wir in unserem Kurzfilm *The Sapling* mit dieser neuen Art der Arbeit umgegangen sind und wie wir unser Projekt aufgebaut haben. Dabei wird teilweise auch auf die, in den vorherigen Kapiteln theoretisch erarbeiteten Erkenntnisse eingegangen.

5.1 Projektaufbau

Für unser Projekt verwendeten wir die Unity Engine in der Version 2019.2.1. Der große Vorteil in Spiel-Engines liegt in der Dateiverwaltung, da alles an einem Ort ist, dem Projektordner. Zwar ähnelt dieser natürlich einer herkömmlichen Explorer Umgebung, allerdings muss man nicht ständig zwischen Ordnern herum hüpfen, sondern bleibt immer in der Engine.

Wir haben uns beim Aufbau unseres Projektes an dem Kurzfilm *Sherman* orientiert. Unity stellte das komplette Projekt zur Verfügung, inklusive einer sehr ausführlichen Dokumentation, an derer wir uns orientierten (siehe [88]). Dafür verwendeten wir auch zum Teil fertige Skripte, welche ebenfalls offen gelegt wurden und wir für unsere Zwecke anpassten. Diese Skripte boten die Möglichkeit, ein eigenes Filmlayout zu laden, welches die Arbeit erleichterte, in dem wir einmal rechts die *Game View* sahen, welches die Kameraansichten zeigt, also das fertige Endprodukt und links die *Scene View*, in welcher wir uns durch die komplette Szenerie bewegen konnten. Zeitgleich sahen wir die *Timeline*, das Sequencing Tool, in dem wir unsere Animationen, Kameras und deren Bewegungen etc. festlegten, sowie unsere Projektfiles (siehe Abbildung 5.1). Dies entspricht im Endeffekt genau dem Echtzeitworkflow, welchen Unity beschreibt (siehe Abschnitt 3.1). Man startet sofort im fertigen Projekt, welches nun nur noch nach und nach verändert und verbessert werden muss, bis man den finalen Stand erreicht, den man sich vorstellt.

Doch natürlich hatten wir, wie im herkömmlichen Prozess üblich, eine Pre-Production Phase, um die Geschichte zu finden und sie auszuformulieren in Form von einem Storyboard. Während wir das Storyboard kreierten, dachten wir noch in der herkömmlichen Einteilung von Shots. Als wir später unser Projekt mit Hilfe der Sherman Dokumentation aufbauten, wurde aber eine Alternative vorgeschlagen, welche wir dann auch über-

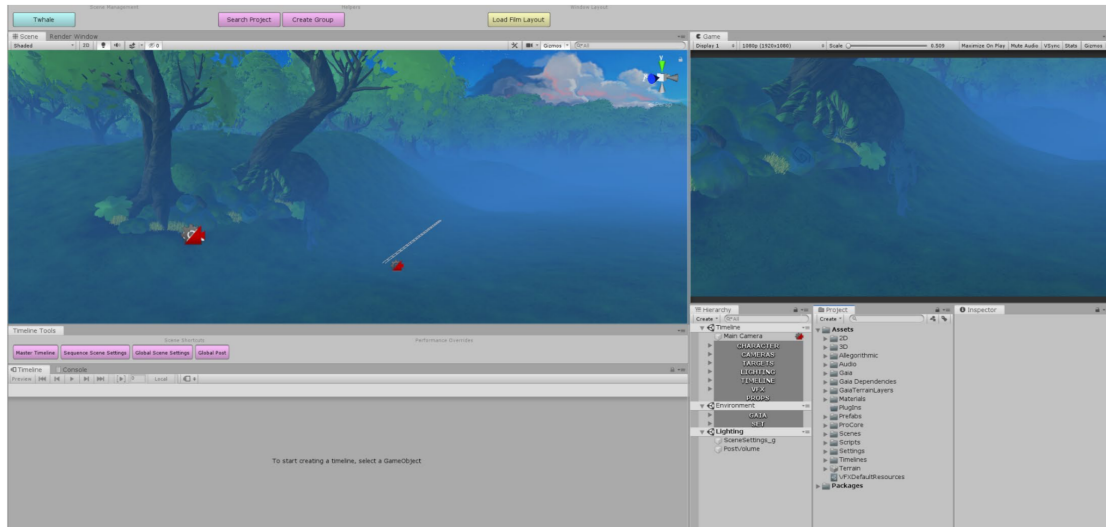


Abbildung 5.1: Zeigt einen sehr frühen Stand unseres Projektes mit unserem Arbeitslayout.

nommen haben. An Stelle von Shots denken wir in größeren *Beats*, welche wiederum in *Sequenzen* unterteilt werden. Die Idee ist folgende: Da man mit der Kamera relativ frei ist und sich in der fertig aufgebauten Szene nicht mehr an die, im Storyboard festgelegte Kameraeinstellung halten muss (da der Renderprozess entfällt), denkt man nicht mehr in Shots, sondern in Sequenzen, in denen eine bestimmte Handlung passieren muss. So entstanden bei uns beispielsweise Sequenzen, welche die Waldumgebung zeigen, die so nicht im Storyboard vorhanden waren, welche aber durch das Experimentieren mit der Kamera in der Umgebung entstanden und stimmig wirkten, weshalb wir sie dann im Film übernommen hatten. Die Beats wiederum sind große Gliederungen und markieren bei uns Anfang, Mitte und Ende des Filmes, so entstand folgende Benennung unserer Kameraeinstellungen *Beat01_010*, dies steht für Beat 1, Sequenz 1.

5.2 Look Development

Nachdem wir mit dem Storyboard fertig waren, begannen alle Mitglieder gleich mit ihrer jeweiligen Tätigkeit. Im Projektordner wurden dazu einzelne Szenen angelegt, um Dinge auszuprobieren. Bevor beispielsweise der ganze Wald prozedural generiert wurde, wurden vorher die Shader für die Bäume, welche in SpeedTree erstellt wurden, angepasst, um den Look zu finden, den wir uns vorstellten. Bei den Büschen passierte dasselbe, wir konnten alle Variationen an Büschen, welche zuvor in Maya erstellt wurden, nebeneinander aufreihen, ein ungefähres Lichtsetup aufbauen und ohne Renderzeiten alle Büsche betrachten und sofort kleine Änderungen an den jeweiligen Assets vornehmen, um den Look einheitlich zu gestalten. Wie schon im theoretischen Teil dieser Arbeit zuvor erläutert, erlaubt das Echtzeit-Rendering so ein viel schnelleres Iterieren und Verbessern einzelner Teile.

Ebenso hilfreich dabei war die Verwendung von *Substance Textures*, prozedural ge-

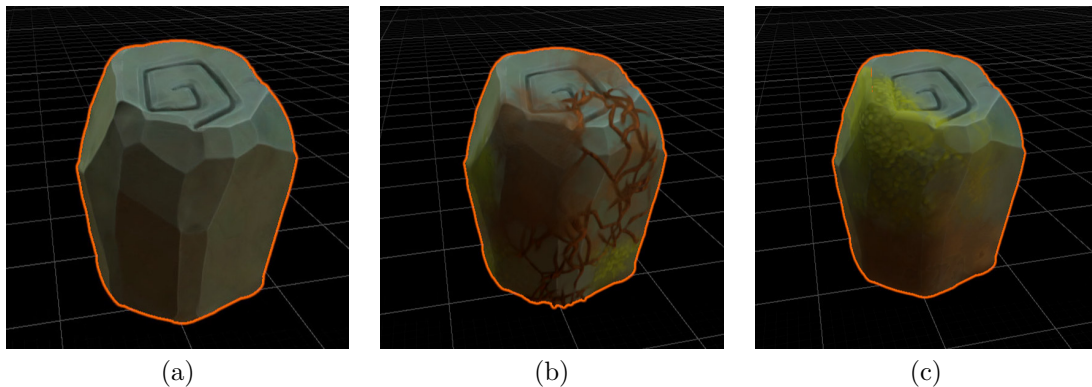


Abbildung 5.2: Mit Hilfe von in Substance Designer erstellten Texturen, einem Layered Material in Unity und Vertex Painting erstellten wir Variationen mit gleichen Assets um sie mehrfach verwenden zu können. (a) zeigt das Original und (b) und (c) beispielhafte Variationen davon.

nerierte Texturen, welche wir für die Bäume, den Waldboden und zur Differenzierung von gleichen Assets, mit Hilfe von Vertex Painting, verwendeten (siehe Abbildung 5.2). Die Parameter der Texturen konnten wir in Echtzeit manipulieren und sofort die Auswirkung sehen, ohne erneut einen Frame rendern zu müssen. Dies erlaubt ein schnelleres Voranschreiten im Verfeinern des Looks.

Sowohl für die Charaktere, als auch die Bäume und Pflanzen wurde ein Custom Shader verwendet. Mit Hilfe von freigelegten Parametern (wie beispielsweise Rimlight) konnte auch dieser, der Lichtsituation entsprechend, angepasst werden. Dank Echtzeit-Rendering mit sofort sichtbaren Ergebnissen half dies später ungemein bei der Feinarbeit in den finalen Bildern.

5.3 Layout Prozess

Nachdem der Look für die einzelnen Assets festgelegt war, begannen wir damit, unsere Hauptszene aufzubauen. Anfangs wollten wir unseren Film in einer kompletten Szene haben, allerdings war uns bewusst, dass wir mit Performance zu kämpfen haben werden. Also nahmen wir uns wieder ein Beispiel am Kurzfilm *Sherman*. Hier wurde ein Multi-Scene Setup aufgebaut. Das bedeutet, wir haben einzelne Teile der späteren Main Scene ausgelagert. Wir erstellten somit einmal eine *Timeline Scene*, in dieser würde später das Timeline Asset kommen, in welcher die Animation-, Activation-, VFX- und Light- Tracks kommen würden, welche unsere Szenen steuern, ebenso die einzelnen Lichtobjekte, Kameras, Charaktere und interaktive Objekte. Dann erstellten wir noch eine *Environment Scene*, in welche das komplette Environment kommt, also alles was statisch in der Szene bleibt und eine *Lighting Scene*, in welche die globalen Lichteinstellungen der Szene kommen.

Mit Hilfe eines Scene Loaders (siehe Abbildung 5.3), welcher ebenfalls im Sherman Projekt bereit gestellt wurde, hatten wir so nun die Möglichkeit, lediglich das Environment und die globalen Lichtsettings zu laden, um unabhängig von der performanlastigen *Timeline Scene*, welche die ganzen Animationen und mehr beinhaltet, das

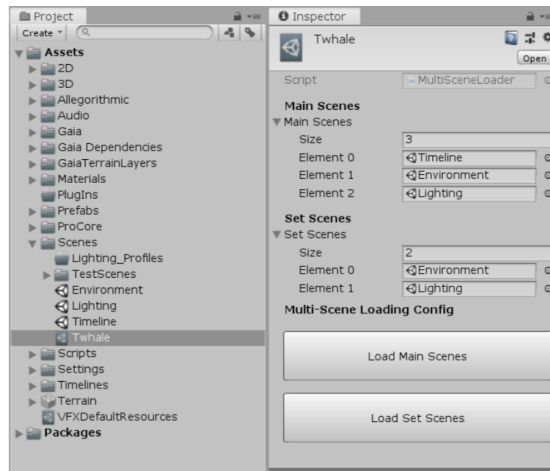


Abbildung 5.3: Zeigt den Scene Loader, dieser erlaubt uns entweder die komplette Main Scene zu öffnen, oder lediglich das Set.

Environment aufzubauen.

Das Terrain und der Teil des Waldes, welcher nur zum Füllen der Szenen dient, wurde prozedural aufgebaut mit Hilfe des Unity Assets *Gaia*, welches uns freundlicherweise von der Firma zur Verfügung gestellt wurde. Die Parameter wurden so eingestellt, dass in der Mitte eine leere Landschaft zurückbleibt, dies sollte dann der Handlungsspielplatz unserer Geschichte sein. Da wir volle Kontrolle darüber haben wollten, wie dieser Teil aussieht, wurden Pflanzen und Bäume hier von Hand gesetzt, ebenso wie die Texturen am Waldboden (diese wurden mit dem integrierten Unity Terrain Tool gemalt).

Das Set Dressing war zum Teil unbewusst und zum Teil orientierten wir uns dabei am Storyboard. Diese Unbewusstheit birgt allerdings die Gefahr, zu viel Set Dressing zu betreiben, wo es vielleicht gar nicht notwendig ist. Da wir dies noch vor der eigentlich Kameraplatzierung machten, erappte ich mich beim späteren Blick auf das Storyboard dabei, mich etwas zu sehr im Aufbau einer kohärenten Welt zu verlieren, als mich darauf zu konzentrieren, einen Film zu gestalten. Einem Film, bei dem nicht alles zu sehen sein wird und deshalb manche Ausschmückungen meinerseits unnötig waren.

Oft muss dieser Kohärenz entflohen werden, da die Natur des handlungsorientierten Filmes, wie in Abschnitt 4.1 geschildert, inszenierte Momente benötigt. So brauchten wir beispielsweise einen Baum in einer bestimmten Höhe, um darauf die Blume setzen zu können, welche der Vaterbaum später pflücken sollte. Allerdings waren die Bäume alle zu hoch und so setzen wir für diese eine Einstellung einen Baum in der Szene etwas tiefer (siehe Abbildung 5.4), was in der Szenenansicht nicht gut aussah (in Bezug auf die eine zusammengehörende Welt), das war durch die Kameraperspektive allerdings irrelevant.

Ein weiteres Beispiel: Wir haben zwar größtenteils versucht, den Vater einem vorgeplanten Pfad entlang laufen zu lassen, es gab allerdings auch Szenen, in denen der Ausschnitt nicht passen wollte, also wurde er für eine Kameraeinstellung lang an einen anderen Ort gesetzt und lief dort entlang. In der Szenenansicht von Unity sah man natürlich diesen Sprung, beim Blick durch die finalen Kameras und deren Schnitte sieht



Abbildung 5.4: (a) zeigt die Scene View im Unity Editor, ein Baum würde so nie in das Szenenbild passen, man erkennt dass das Modell zu tief in die Erde gesteckt wurde. (b) zeigt den Blick durch die Kamera, hier sieht man nicht die komplette Szenerie und der Rezipient merkt nicht, dass der Baum so gestellt wurde, um ihn passend zu machen. Beim Begehen der Welt durch die Scene View würde er allerdings auffallen.

es wie eine durchgehende Bewegung aus.

Diese gezwungene Fragmentierung ist ein Muss für den Film, denn man kann oft nicht für alle Eventualitäten die passenden Assets bereit stellen, oft muss hier getrickst werden. Unity stellt in der Timeline mit sogenannten *Activation Tracks* diese Möglichkeit zur Verfügung. Mit diesen Activation Tracks lassen sich alle Game Objekte an einer bestimmten Stelle der Timeline aktivieren oder deaktivieren.

5.4 Kamerasetzung

Bei der Kamerasetzung orientierten wir uns, obwohl wir die Möglichkeiten der freien Kamera hatten, stark am Storyboard. Es ist eine angenehmere Methode, da zu viel Freiheit dazu führt, zu viel zu experimentieren. Aus dem Storyboard kann man schon gut ablesen, was funktioniert und wie die einzelnen Szenen aussehen werden. Es ist gut, einen Ausgangspunkt für die Kamera zu haben, danach konnten wir noch immer mit anderen Winkeln experimentieren. Dinge wie Brennweite und Depth of Field wurden dann auch weniger geplant, als viel mehr ausprobiert und nach Gefallen und Ästhetik on the fly gewählt. Allerdings haben wir auch manche Kameraeinstellungen im Film, welche durch Zufall entstanden sind, vor allem Establishing Shots um den Wald zu zeigen. Hier wurde in der Scene View im Unity Editor durch die Szenen gefahren und Ausschnitte gesucht. Hier kam allerdings das vorhin erwähnte, zu gut gemeinte Set Dressing wieder zu Gute. Alles hat eine Kehrseite.

Das Kamerasystem, welches wir in Unity verwendet haben, ist das von Unity selbst bereitgestellte *Cinemachine*. Da in der Engine nur eine Kamera aktiv sein kann, erstellt man mit Hilfe dieses Tools mehrere virtuelle Kameras, intern springt die Main Kamera also quasi nur von Position zu Position. Die virtuellen Kameras werden einfach in den Sequencer, also die Timeline an die Stelle gezogen, an welcher sie abgespielt werden soll, somit ist quasi das Editing nicht mehr in die Post-Produktion ausgelagert, sondern passiert schon während der Produktionsphase.



Abbildung 5.5: Das Projekt Sherman bot ein Skript, welches wir für unser Projekt adaptierten, um schneller Objekte innerhalb unseres Projektes zu finden.

5.5 Lichtsetup

Auch beim Licht muss die fiktionale Welt etwas fragmentierter betrachtet werden. Da im Film Licht nicht nur dazu dient, dunkle Orte hell zu machen, sondern auch benötigt wird, um eine gewisse Stimmung zu vermitteln oder Animationen, Dinge und Handlungen hervorzuheben, hilft eine reale Lichtsituation, wie in einem Dokumentarfilm wenig. Da sich jedoch alles in einer Szene abspielt, hat man nur ein globales Licht bzw. kommt eine Kameraeinstellung bedingte Lichtsetzung einer anderen in die Quere. Diesem kommt man in Unity ebenfalls mit Activation Tracks entgegen und nennt sich *per-shot-lighting*. Szenenbedingte Lichter werden einem Game Objekt untergeordnet, darin haben wir auch ein Directional Light zur Steuerung des virtuellen Sonnenlichts. Das Directional Light darf allerdings nur einmal in der Szene aktiv sein und wir wollen auch vermeiden, dass die Lichter aus den vorherigen Sequenzen nicht in andere hineinstrahlen, daher wird dieses Game Objekt mit all den Lichtern in einen Activation Track gespeist, welchen wir in die Timeline, zeitlich überlappend mit den Kameratracks (in welcher diese Lichter aktiv sein sollen) ziehen. Dadurch können gezielt Einstellungen für jede einzelne Sequenz getroffen werden. Es ist durch das Echtzeit-Rendering auch sehr einfach, eine Lichtkontinuität zu schaffen, da man in der Timeline sofort in einer Szene vor und zurück springen und so die Szenen einander anpassen kann. In der Scene View in Unity, wo man das ganze Set sieht, sieht es natürlich aus, als würde das Licht viel springen, doch wenn alles gut abgestimmt ist, merkt der Rezipient im fertigen Film nichts davon.

5.6 Post Processing

Auch Post Processing Effekte lassen sich in Unity direkt manipulieren. Mit Hilfe von Scene Settings, einem Skript, welches einem Game Objekt zugewiesen wird und welches wir zu dem übergeordneten Lichtobjekt hinzugefügt haben, können wir auch diese Einstellungen *per-shot* anwenden. Diese beinhalten vielzählige Post Processing Effekte, wie Depth of Field, Nebel, Bloom, Color Correction, uvm. Darüber hinaus haben wir noch eine globale Lichteinstellung, welche über den gesamten Film aktiv bleibt, z.B. Motion Blur, Vignettierung, Film Grain, allgemeine Color Correction etc.

Mit Hilfe eines Skriptes, welches wir vom Sherman Projekt kopierten und erweiterten, konnten wir mit nur einem Klick zum jeweils aktiven Scene Settings Skript der entsprechenden Sequenz springen, diese kleinen Hilfsmittel sparen viel Zeit, weil das Projekt immer größer wird, wird auch mit der Zeit die Suche immer mühseliger (siehe Abbildung 5.5).

5.7 Teammanagement

Bei unserer Teamarbeit ergab sich das Problem, dass zwei der Teammitglieder örtlich nicht an der FH arbeiteten. Wir hielten wöchentlich Meetings ab, um uns auf dem aktuellen Stand zu halten und die Arbeiten der letzten Woche zu präsentieren, die tägliche Kommunikation fand über WhatsApp statt. Meiner Meinung nach war diese Art der Arbeit allerdings eher schwierig als fördernd. Die Arbeit mit einer Echtzeit-Rendering Engine, welche einem die Möglichkeit des unmittelbaren Feedbacks gibt und es einem ermöglicht, schneller zu iterieren, leidete durch diese örtlich getrennte Arbeitsweise. Allerdings ist dies eine sehr subjektive Ansicht, da es auch bei Projekten, wie dem Kurzfilm *Sonder*, welcher von einem internationalen Team aus vielen Ländern erstellt wurde, gelungen ist. Doch ich konnte bei uns beobachten, dass die enge Zusammenarbeit, wenn alle örtlich beisammen waren, viel schneller Ergebnisse lieferte, speziell durch den Echtzeit Aspekt. So haben zwei von uns gemeinsam ein grobes Lichtsetup vorgenommen, der eine platziert, der andere beobachtet. Durch das Entfallen der Renderzeiten konnte man Ergebnisse sofort sehen und Feedback geben und gleich ausprobieren. Dieses schnelle Feedback nimmt man sich wieder, wenn man erst ein Foto machen muss, es in die Gruppe stellen muss, um Feedback vom Team zu bekommen.

Kapitel 6

Fazit

Das Geschichten erzählen fernab von Büchern in Filmen, Theaterstücken und der Animation geht weit zurück. Mit jedem technischen Fortschritt haben sich auch die Produktionsprozesse dieser Medien geändert. Der Film entfloh der Ästhetik des Theaters, mobilere Kameras ermöglichten neue Wege Filme zu drehen und mit Hilfe der Techniken und visuellen Effekten kann unsere Welt digital erweitert oder können Filmwelten fernab der Realität erschaffen werden. Nun entstehen Filme nicht nur mehr hinter physischen Kameras, sondern auch virtuellen und die Post-Produktion nimmt einen immer größer werdenden Teil beim Schaffen eines Filmes ein. Das Theater bedient sich mittlerweile der Technik um das Bühnenbild virtuell zu erweitern und so neue Räume zu schaffen um Geschichten zu erzählen. Im Animationsfilm sorgt die ständig erweiterte Technik für noch detailreichere Bilder.

Allerdings ist der Produktionsprozess, ausgenommen beim Theater, ein sehr sequentieller Prozess. Die Welt des Filmes, welche dem Rezipienten suggeriert wird ist in Wahrheit ein sehr fragmentiertes Gebilde, welche erst nach dem Abschluss der Post-Produktionsphase zusammenfinden, um für die Zuseher interessant zu sein. Alle Abteilungen arbeiten für sich und reichen nur ihre fertige Arbeit an die nächste Abteilung weiter. Diese Fragmentierung hat auch den Nachteil, dass viel Vorstellungsvermögen, sowohl von Regisseur als auch Schauspieler benötigt wird. Besonders bei vielen Aufnahmen vor Blue- oder Greenscreens. Ein weiterer Nachteil ergibt sich dadurch, es wird viel Planung benötigt und es bleibt wenig Spielraum anderes zu probieren. Im Gegensatz zum Film, können im Theater Veränderungen während den Proben angestellt werden und alle Mitwirkenden arbeiten auf und an der selben Bühne, bis das Stück zur Generalprobe finalisiert wird. Die Arbeit ist unmittelbarer und es ist weniger fragmentiert. Dafür ist das Theater limitiert. Es ist örtlich und zeitlich sehr linear und alles spielt sich in nur einem Raum (der Bühne) ab. Zeitliche Änderungen lassen sich nur schwer andeuten. Es kann auch nicht über die Bühne hinaus gehen und so eine glaubwürdige Umgebung schaffen, wie es der Film und Animationsfilm kann. Das tatsächliche Begehen und Umschauen der zu erschaffenden Filmwelt ist dafür im 3D Animationsfilm möglich. Durch den vorher durchzuführenden Renderprozess, allerdings nicht in der Qualität der finalen Endfassung und selbst in dieser, lassen sich später keine Änderungen mehr durchführen.

Das Echtzeit-Rendering könnte hier den Mittelweg darstellen. Wie die Technikänderungen beim Film durch mobilere Kameras, brechen Echtzeit-Rendering Engines den

herkömmlichen Produktionsprozess zur Erstellung von Animationsfilmen auf. Es ist weniger fragmentiert, denn es entfällt der Renderprozess. Bei Verwendung einer Spiel-Engine als Arbeitsumgebung ist es sogar möglich, ähnlich wie in Videospiele, die komplette Welt in einer Szene darzustellen. Selbst der Schnitt bzw. Kamerawechsel wird innerhalb der Engine gemacht und nicht in einem externen Schnittprogramm. Wie beim Theater sehen alle, am Projekt arbeitenden Mitarbeiter dieselbe Welt, ähnlich der Arbeit an einer Bühne. Änderungen können ebenfalls on-the-fly durchgeführt und ausprobiert werden. Es gibt viele Schnittstellen zum Theater, es ist wie ein Film, welcher aus einem Theaterstück entsteht. Dadurch entsteht ein spontaneres Arbeiten, gepaart mit Experimentierfreudigkeit. Man erhält permanentes Feedback durch den Echtzeitaspekt und Gedankenprozesse werden nicht durch Renderprozesse gestört. Man ist fokussierter auf den visuellen Aspekt der Arbeit und mehr im Moment.

Beim eigenen Projekt konnten Dinge wie Texturanpassungen, Platzierungen von Assets und Lichtern, Look Development, schnell umgesetzt und neue Dinge probiert werden. Die Lichtsetzung wird immens vereinfacht, denn es werden die Lichter einfach der Szene hinzugefügt und die Änderungen sind sofort sichtbar. Im Gegensatz zum herkömmlichen Offline-Rendering, bei dem man erst warten muss, bevor man das finale Bild sieht. Ein großer Vorteil bei der Arbeit mit Unity ist, dass die komplette Szenerie zu jeder Zeit während des Produktionsprozesses sichtbar ist. Jeder der am Projekt arbeitet sieht im Prinzip dasselbe, das erleichtert die Arbeit, da man immer die Ganzheit, den Kontext vor Augen hat. Es fördert so auch die engere Zusammenarbeit der einzelnen Abteilungen bzw. Mitarbeiter. Die Platzierung von Kameras wird ebenfalls erleichtert, wenn wie bei unserem Projekt, eine komplette Szenerie gebaut wurde, kann man bei der Gestaltung der Kameraeinstellungen etwas freier sein. So lassen sich auch ungeahnte Blickwinkel finden, welche einem beim Erstellen des Storyboards nicht in den Sinn gekommen sind.

Auch für anderen Medien wie dem Film bietet Unity neue Möglichkeiten im Produktionsprozess. Digitale Sets, wie beim Film *Ready Player One*, lassen sich durch *Virtual Reality Headsets* begehen, was die Arbeit für den Regisseur (und auch Schauspieler) vereinfacht.

In Kapitel 4 wurden Ideen eines idealen Sets vorgestellt und wie mit Hilfe einer sich ständig erweiterbaren Library an Assets eine ganze fiktionale Welt erbaut wird. Dadurch wäre eine komplette Welt digital begehbar und man bräuchte nur noch mit Hilfe eines *Virtual Reality Headsets* eintauchen und mit einer virtuellen Kamera filmen. Dies hätte den Vorteil, dass der Gestaltungsprozess mehr in den Vordergrund rücken würde, bedeutet aber gleichsam den handlungsorientierten Film zu hinterfragen. Durch die Prozeduralität und der damit verbundenen Unvorhersehbarkeit, die dabei entstehen würde, wäre man dem Dokumentarfilm näher als dem Spielfilm. Man hätte zwar diese absolute Freiheit, verliert dadurch aber möglicherweise den Kern einer Geschichte. Denn was eine Geschichte ausmacht, sind konstruierte Abläufe, welche an bestimmten Punkten passieren müssen, um die Handlung voranzutreiben. Ein weiterer Nachteil, welcher sich eventuell ergibt, resultiert ebenfalls aus dieser großen Freiheit. Da man vieles innerhalb der Szene, nahezu grenzenlos anpassen könnte, ist man weniger gezwungen Entscheidungen, welche aus einer Limitation heraus entstehen, zu treffen. Im Film muss beispielsweise öfter einmal improvisiert werden, wenn Dinge nicht wie geplant funktionieren (siehe Abschnitt 4.2). Da sich so mancher Zwang auflöst, können dadurch

möglicherweise bestimmte Entscheidungen gar nicht erst getroffen und so kreative Gelegenheiten verpasst werden. Unter manchen Umständen bringt diese Unvorhersehbarkeit allerdings auch wieder Qualitäten des Vor-Ort-Filmens zurück, denn oft führen Zufälle zu kreativen Ergebnissen (siehe Abschnitt 3.2).

Inwieweit kommt nun die Verwendung der *Unity Engine* für einen Animationsfilm diesem Ideal nahe: Es bietet einem schon die Möglichkeit zur Gestaltung einer großen zusammengehörenden Welt. Bei unserem Projekt *The Sapling* wurde der gesamte Wald, welcher in unserem Film vorkommt, gebaut und nicht nur Teile daraus. Er wurde auch zum Teil prozedural generiert allerdings nicht in dem Ausmaß wie in Kapitel 4 beschrieben. Dazu wäre die Technik noch nicht in der Lage, die Berechnungen in Echtzeit wären zu komplex. Man kann sich allerdings frei in diesem Wald bewegen. Es ermöglichte uns so teilweise Kameraplatzierungen vorzunehmen, welche vorher nicht geplant waren, sondern auf Grund von Gefallen gewählt wurden. Das Arbeiten war spontaner und neue Einfälle wurden schneller probiert. Allerdings konnte auch beobachtet werden, wie schnell man sich in dieser Welt verlieren kann. So wurde viel Zeit in das Set Dressing investiert, an Punkten, welche später im Film nicht sichtbar waren. Dass hatte zwar auch Vorteile bei der Kameraplatzierung, doch nahm im Gegenzug viel Zeit in Anspruch. Das Arbeiten war weit weniger fragmentiert, als bei herkömmlichen Herangehensweisen.

Es existiert in diesem neuen Produktionsprozess nur eine Pseudo-Freiheit. Denn schlussendlich muss alles (noch) selbst konstruiert werden, um am Ende ein handlungsgetriebener Film zu sein. Es wird die Zukunft zeigen, ob sich diese absolute Freiheit nicht doch mit inszenierten Momenten verbinden lässt. Die Werkzeuge dafür stehen noch am Anfang und neue Arbeitsprozesse und Workflows benötigen Zeit, um sich zu entwickeln. Dennoch ist nicht zu bezweifeln, dass das Echtzeit-Rendering eine zukünftige Art und Weise darstellt, mit der Animationsfilme erstellt werden.

Anhang A

Inhalt der DVD

Format: DVD-ROM, Single Layer, ISO9660-Format

A.1 PDF-Dateien

Pfad: /

| | |
|--------------------------|--|
| Masterarbeit.pdf | Masterarbeit (Gesamtdokument) |
| Sherman_Readme.pdf . | Readme des Kurzfilmes Sherman, bereitgestellt durch Unity |

Quellenverzeichnis

Literatur

- [1] Andrew Adamson u. a. „Shrek: The Story Behind the Screen“. In: *SIGGRAPH 2001 Courses (Course 19)* (Los Angeles). New York City: ACM Press, Apr. 2001 (siehe S. 24–26, 35).
- [2] Hans Beller. „Aspekte der Filmmontage – Eine Art Einführung“. In: *Handbuch der Filmmontage. Praxis und Prinzipien des Filmschnitts: Praxis und Prinzipien des Filmschnitts*. Hrsg. von Hans Beller. München: TR-Verlagsunion, 2005. Kap. 1, S. 9–33 (siehe S. 3).
- [3] Tim Bergfelder, Sue Harris und Sarah Street. *Film Architecture and the Transnational Imagination: Set Design in 1930s European Cinema*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2007 (siehe S. 2, 4–6, 17).
- [4] Jeremy Birn. *Digital Lighting & Rendering*. San Francisco: New Riders, 2014 (siehe S. 32).
- [5] Stephen Di Benedetto. *An Introduction to Theatre Design*. London: Taylor & Francis, 2013 (siehe S. 15, 16, 19).
- [6] Rolf Giesen. „Die Entwicklung der Spezialeffekte“. In: *Künstliche Welten: Tricks, Special Effects und Computeranimation im Film von den Anfängen bis heute*. Hrsg. von Rolf Giesen und Claudia Meglin. Hamburg: Europa Verlag, 2000. Kap. 2, S. 11–46 (siehe S. 7, 9, 24).
- [7] Klaus Kohlmann. *Der computeranimierte Spielfilm: Forschungen zur Inszenierung und Klassifizierung des 3-D-Computer-Trickfilms*. Bielefeld: Transcript, 2007 (siehe S. 22–24).
- [8] Stephen Prince. „Hollywood’s Digital Back Lot, 2000-present“. In: *Art Direction and Production Design*. Hrsg. von Lucy Fischer. London: I.B. Tauris, 2015. Kap. 6, S. 139–156 (siehe S. 8, 10–14, 27).
- [9] Preston Ward. *What an Art Director Does: An Introduction to Motion Picture Production Design*. Kalifornien: Silman-James Press, 1994 (siehe S. 4, 5, 7, 8, 17).
- [10] Helmut Weihsmann. *Gebaute Illusionen: Architektur im Film*. Wien: Promedia, 1988 (siehe S. 3, 5, 17).
- [11] R. Craig Wolf und Dick Block. *Scene Design and Stage Lighting*. Boston: Cengage Learning, 2013 (siehe S. 17–21, 29).

Audiovisuelle Medien

- [12] *2012*. Film. Regie: Roland Emmerich. Produktion: Larry Franco, Mark Gordon, Harald Kloser. Production Design: Barry Chusid. 2009 (siehe S. 43).
- [13] *A Trip to the Moon*. Film. Regie/Produktion: Georges Méliès. 1902 (siehe S. 7).
- [14] *ADAM*. Film. Regie/Drehbuch: Veselin Efremov, Produktion: Silvia Rasheva. Production Design: George Simeonov. 2016 (siehe S. 34, 36).
- [15] *Adam: The Mirror*. Film. Regie: Neill Blomkamp. Produktion: Steven St. Arnaud. 2017 (siehe S. 36).
- [16] *André and Wally B.* Film. Regie: Alvy Ray Smith. 1984 (siehe S. 23).
- [17] *Argo*. Film. Regie: Ben Affleck. Produktion: Ben Affleck, George Clooney, Grant Heslov. Production Design: Sharon Seymour. 2012 (siehe S. 10, 14).
- [18] *Atonement*. Film. Regie: Joe Wright. Produktion: Tim Bevan, Eric Fellner, Ian McEwan, Paul Webster. Production Design: Sarah Greenwood. 2007 (siehe S. 10, 36).
- [19] *Avatar*. Film. Regie/Drehbuch: James Cameron. Produktion: James Cameron, Jon Landau. Production Design: Rick Carter, Robert Stromberg, Martin Laing. 2009 (siehe S. 13, 27, 28, 39, 45).
- [20] *Baymax Dreams*. Film. Regie: Simon J. Smith. Produktion: Andy Wood. 2018 (siehe S. 34).
- [21] *Blade Runner 2049*. Film. Regie: Denis Villeneuve. Produktion: Broderick Johnson, Andrew A. Kosove, Cynthia Sikes, Bud Yorkin. Production Design: Dennis Gassner. 2017 (siehe S. 39).
- [22] *Changeling*. Film. Regie: Clint Eastwood. Produktion: Brian Grazer, Ron Howard, Robert Lorenz. Production Design: James J. Murakami. 2008 (siehe S. 12, 13).
- [23] *Coco*. Film. Regie: Lee Unkrich, Adrian Molina. Produktion: Daria K. Anderson. Production Design: Harley Jessup. 2017 (siehe S. 41).
- [24] *Gone With the Wind*. Film. Regie: Victor Fleming, George Cukor, Sam Wood. Produktion: David O. Selznick. 1939 (siehe S. 4, 7).
- [25] *Greyhound*. Film. Regie: Aaron Schneider. Produktion: Gary Goetzman, Tom Hanks. Production Design: David Crank. 2020 (siehe S. 39).
- [26] *Hunger*. Film. Regie: Peter Foldes. 1974 (siehe S. 22).
- [27] *Indiana Jones: Raiders of the Lost Ark*. Film. Regie: Steven Spielberg. Produktion: Frank Marshall. Drehbuch: George Lucas, Philip Kaufman, Lawrence Kasdan. 1981 (siehe S. 8).
- [28] *Intolerance*. Film. Regie/Produktion/Drehbuch: David Wark Griffith. 1916 (siehe S. 4).
- [29] *Jaws*. Film. Regie: Steven Spielberg. Produktion: David Brown, Richard D. Zanuck. Production Design: Joe Alves. 1975 (siehe S. 45).
- [30] *Jurassic Park*. Film. Regie: Steven Spielberg. Produktion: Kathleen Kennedy, Gerald R. Molen. 1993 (siehe S. 9, 22).

- [31] *Les Misérables*. Film. Regie: Albert Capellani. Drehbuch: Paul Capellani. 1913 (siehe S. 4).
- [32] *Les Misérables*. Film. Regie: Tom Hooper. Produktion: Tim Bevan, Eric Fellner, Debra Hayward, Cameron Mackintosh. Production Design: Eve Stewart. 2012 (siehe S. 12, 13).
- [33] *Luxo Jr.* Film. Regie/Drehbuch: John Lasseter. 1986 (siehe S. 23).
- [34] *Oblivion*. Film. Regie: Joseph Kosinski. Produktion: Joseph Kosinski, Peter Chernin, Dylan Clark, Duncan Henderson, Barry Levine. Production Design: Darren Gilford. 2013 (siehe S. 20).
- [35] *Pride & Prejudice*. Film. Regie: Joe Wright. Produktion: Tim Bevan, Eric Fellner, Paul Webster. Production Design: Sarah Greenwood. 2005 (siehe S. 10).
- [36] *Quo Vadis?* Film. Regie/Drehbuch: Enrico Guazzoni. Produktion: George Kleine. 1913 (siehe S. 4).
- [37] *Ready Player One*. Film. Regie: Steven Spielberg. Produktion: Donald De Line, Dan Farah, Kristie Macosko Krieger, Steven Spielberg. Production Design: Adam Stockhausen. 2018 (siehe S. 39, 46).
- [38] *Red's Dream*. Film. Regie/Drehbuch: John Lasseter. 1987 (siehe S. 23).
- [39] *Sherlock Holmes*. Film. Regie: Guy Ritchie. Produktion: Joel Silver, Dan Lin, Lionel Wigram, Susan Downey. Production Design: Sarah Greenwood. 2009 (siehe S. 10).
- [40] *Sherman*. Film. Created by the Emmy-winning team that brought you Baymax Dreams. 2019 (siehe S. 34, 35, 37, 38, 42).
- [41] *Shrek*. Film. Regie: Andrew Adamson, Vicky Jenson. Produktion: Jeffrey Katzenberg, Aron Warner, John H. Williams. Production Design: James Hegedus. 2001 (siehe S. 24, 26).
- [42] *Shrek the Halls*. Film. Regie: Gary Trousdale. Produktion: Teresa Cheng, Gina Shay. Production Design: Henrik Tamm, Peter Zaslav. 2007 (siehe S. 25).
- [43] *Snow White and the Seven Dwarfs*. Film. Regie: David D. Hand. Produktion: Walt Disney. 1995 (siehe S. 24).
- [44] *Spider-Man: Into the Spider-Verse*. Film. Regie: Bob Persichetti, Peter Ramsey, Rodney Rothman. Produktion: Avi Arad, Phil Lord, Christopher Miller, Amy Pascal, Christina Steinberg. Production Design: Justin K. Thompson. 2018 (siehe S. 26, 41, 42).
- [45] *Star Trek II: The Wrath of Khan*. Film. Regie: Nicholas Meyer. Produktion: Robert Sallin. Production Design: Joseph R. Jennings. 1982 (siehe S. 22).
- [46] *Star Trek Into Darkness*. Film. Regie: J. J. Abrams. Produktion: J. J. Abrams, Bryan Burk, Damon Lindelof, Alex Kurtzman, Roberto Orci. Production Design: Scott Chambliss. 2013 (siehe S. 10).
- [47] *Star Wars: Episode VI - Return of the Jedi*. Film. Regie: Richard Marquand. Produktion: Howard G. Kazanjian, Rick McCallum. Production Design: Norman Reynolds. 1983 (siehe S. 7, 22).

- [48] *Tempest*. Film. Regie: Sam Taylor, Lewis Milestone, Viktor Tourjansky. Produktion: John W. Considine Jr., Joseph M. Schenck. 1928 (siehe S. 4).
- [49] *The Abyss*. Film. Regie/Drehbuch: James Cameron. Produktion: Gale Anne Hurd. 1989 (siehe S. 9, 22).
- [50] *The Dove*. Film. Regie: Roland West. Produktion: Norma Talmadge. 1927 (siehe S. 4).
- [51] *The Great Train Robbery*. Film. Regie: Edwin S. Porter. Drehbuch: Scott Marble, Edwin S. Porter. 1903 (siehe S. 4).
- [52] *The Jungle Book*. Film. Regie: Jon Favreau. Produktion: Jon Favreau, Brigham Taylor. Production Design: Christopher Glass. 2016 (siehe S. 39).
- [53] *The Last Starfighter*. Film. Regie: Nick Castle. Produktion: Gary Adelson, Edward O. Denault. Production Design: Ron Cobb. 1984 (siehe S. 22).
- [54] *Tin Toy*. Film. Regie/Drehbuch: John Lasseter. 1988 (siehe S. 23).
- [55] *Titanic*. Film. Regie/Drehbuch: James Cameron. Produktion: James Cameron, Jon Landau. Production Design: Peter Lamont. 1997 (siehe S. 8).
- [56] *Toy Story*. Film. Regie: John Lasseter. Produktion: Bonnie Arnold, Ralph Guggenheim. 1995 (siehe S. 23, 24).
- [57] *Tron*. Film. Regie: Steven Lisberger. Produktion: Donald Kushner. 1982 (siehe S. 9, 22).
- [58] *Vertigo*. Film. Regie: Alfred Hitchcock. Produktion: Alfred Hitchcock, Herbert Coleman. 1958 (siehe S. 6).

Online-Quellen

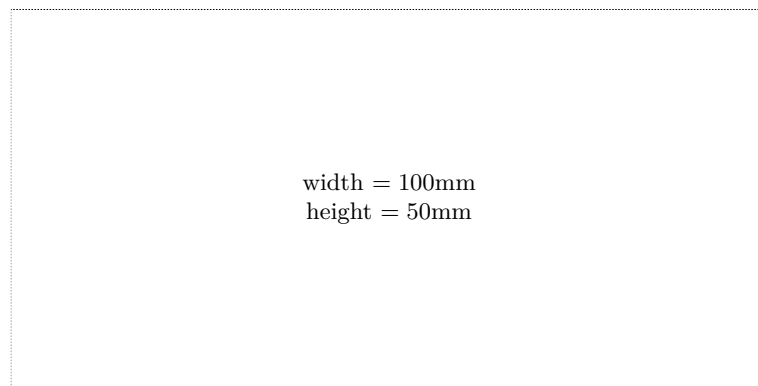
- [59] *Ancient Theatre Archive Glossary*. URL: <https://www.whitman.edu/theatre/theatretour/glossary/glossary.slideshow/index.html> (siehe S. 16).
- [60] Sony Pictures Animation. *Telling a Story in Every Frame | SPIDER-MAN: INTO THE SPIDER-VERSE*. URL: https://www.youtube.com/watch?v=1Nw_c_CqPso (siehe S. 26).
- [61] *Avatar-Induced Depression: Coping With The Intangibility Of Pandora*. URL: https://www.huffpost.com/entry/avatar-induced-depression_n_420605 (siehe S. 27).
- [62] Dany Ayoub, Kate McFadden und Sebastien Lagarde. *Reality vs illusion*. URL: <https://blogs.unity3d.com/2019/04/11/reality-vs-illusion/> (siehe S. 40).
- [63] Stig Bjorkman. *It was like a nursery - but 20 times worse - Dogville Interview*. URL: <https://www.theguardian.com/film/2004/jan/12/1> (siehe S. 29).
- [64] ChristoVFX. *Changeling Matte Painting*. URL: <http://www.christovfx.com/changeling.html> (siehe S. 13).
- [65] CitySleuth. *San Francisco movie locations from classic films*. URL: <http://reelsf.com/reelsf/vertigo-bell-tower> (siehe S. 6).

- [66] Walt Disney Company. *Behind the Scenes on „Baymax Dreams“*. 2018. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=DpuUnNLZf5k> (siehe S. 36).
- [67] *Dogville Interview*. URL: https://filmmakermagazine.com/archives/issues/winter2004/features/extermimating_angel.php (siehe S. 17).
- [68] Ian Failes. *Making a musical: Les Miserables*. URL: <https://www.fxguide.com/feature/making-a-musical-les-miserables/> (siehe S. 14).
- [69] Stephan Flores. *Introduction to Film Studies*. URL: <https://www.webpages.uidaho.edu/~sflores/Engl230Shot&SequenceAnalysis.html> (siehe S. 10).
- [70] Barbara Flückiger. *Lexikon der Filmbegriffe*. URL: <https://filmlexikon.uni-kiel.de/index.php?action=lexikon&tag=det&id=6951> (siehe S. 3).
- [71] Daniel Garrett. *This Land is Your Land: Dogville. Reason and Redemption, Rage and Retribution*. URL: <https://offscreen.com/view/dogville> (siehe S. 18).
- [72] *How to watch Tron (1982)*. URL: <https://eu.usatoday.com/story/tech/reviewedcom/2019/11/12/how-to-watch-tron-1982-disney-plus/2568105001/> (siehe S. 9).
- [73] *Introducing Sherman Part 1*. 2019. URL: <https://blogs.unity3d.com/2019/06/11/introducing-sherman-part-1/> (siehe S. 33–35).
- [74] *Introducing Sherman Part 2*. 2019. URL: <https://blogs.unity3d.com/2019/06/11/introducing-sherman-part-2/> (siehe S. 42).
- [75] Brett Jones. *Projected Backdrops in Oblivion's Skytower*. URL: <http://projection-mapping.org/oblivion/> (siehe S. 20, 21).
- [76] Don Kaye. *The Making of Spider-Man: Into the Spider-Verse*. URL: <https://www.denofgeek.com/us/movies/marvel/278122/the-making-of-spider-man-into-the-spider-verse> (siehe S. 26).
- [77] *Laterna Magica*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Laterna_magica (siehe S. 19).
- [78] Michael Maher. *Visual Effects: How Matte Paintings are Composited into Film*. URL: <https://www.rocketstock.com/blog/visual-effects-matte-paintings-composited-film/> (siehe S. 7–9).
- [79] *Mansion Stage*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mansion_stage (siehe S. 15).
- [80] *Match Moving*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Match_moving (siehe S. 12).
- [81] *Matte Paintings*. URL: <http://filmsprache.blogspot.com/2016/07/matte-paintings.html> (siehe S. 8).
- [82] Digital Monarch Media. *Virtual Cinematography*. URL: <https://unity.com/madewith/virtual-cinematography> (siehe S. 38).
- [83] Prarthana Mitra. *The Stage on Screen*. URL: <https://medium.com/@albumartparasites/the-stage-on-screen-influence-and-incorporation-of-theatrical-elements-in-cinema-1a8655e4e960> (siehe S. 18).
- [84] Leif Pedersen. *Pixar's USD Pipeline*. URL: <https://renderman.pixar.com/stories/pixars-usd-pipeline> (siehe S. 32).
- [85] Beth Pinsker. *The Road to Dogville*. URL: <https://www.wired.com/2004/03/the-road-to-dogville/> (siehe S. 18).

- [86] Keith Reicher. *Shrek the Halls Portfolio*. URL: <http://www.keithreicher.com/pages/project=shrek-halls/index.html> (siehe S. 25).
- [87] *Scenic Design*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Scenic_design (siehe S. 3).
- [88] *Sherman Readme*. URL: <https://create.unity3d.com/sherman-unity-for-linear-animation> (siehe S. 47).
- [89] Oats Studios. *Adam 2 & 3 - Made with Unity*. URL: <https://unity.com/de/madewith/adam> (siehe S. 35, 37).
- [90] *Szenenbild*. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Szenenbild> (siehe S. 3).
- [91] Dean Takahashi. *Isabelle Riva: How the Unity game engine will democratize film*. 2018. URL: <https://venturebeat.com/2018/08/13/isabelle-riva-how-the-unity-game-engine-will-democratize-film/> (siehe S. 34).
- [92] Unity Technologies. *Real-Time Filmmaking, Explained*. URL: <https://unity.com/solutions/film/real-time-filmmaking-explained#how-it-looks> (siehe S. 31, 32, 36).
- [93] Unity Technologies. *Unite 2016 - Unity for Films*. 2016. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=tvcu4olcFuA> (siehe S. 34, 36).
- [94] *The Adventures of Andre and Wally B technically Pixars first ever short-film*. URL: <https://filmmunch.com/the-adventures-of-andre-and-wally-b-technically-pixars-first-ever-short-film/1952> (siehe S. 23).
- [95] *Tron Review*. URL: <https://www.rogerebert.com/reviews/tron-1982> (siehe S. 9).
- [96] Unity. *Reality vs illusion: What's achievable with real-time ray tracing*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=IY8FJxS4Lbs> (siehe S. 40).
- [97] Unity. *Siggraph 2018 - Using a Real-Time Engine in Movie Production*. URL: https://www.youtube.com/watch?v=U_NG7Wfol7s (siehe S. 39, 43).
- [98] WIRED. *How Animators Created the Spider-Verse*. URL: https://www.youtube.com/watch?v=l-wUKu_V2Lk (siehe S. 26, 27).

Messbox zur Druckkontrolle

— Druckgröße kontrollieren! —



— Diese Seite nach dem Druck entfernen! —