

Im Auftrag der Lehranstalt  
ROSS-Schule Hannover

Facharbeit

## **Die Nutzung von 3D-Modellierung in Filmen**



Verfasst von  
Jan Dirk Hunold

Fachrichtung  
Medien- und Gestaltungstechnik  
Betreuende und bewertende Lehrkraft  
Andrey Sosnin

Abgabe am  
01.02.2023

Kontaktaufnahme: [kontakt@Jan-Dirk-Hunold.de](mailto:kontakt@Jan-Dirk-Hunold.de)

WWW.Jan-Dirk-Hunold.de

Rechtliche Vertretung:

Emsdettener Str. 10

48268 Greven



## Klärung unbekannter Begriffe/Fachtermini

Seite Nr.	Fachbegriff	Erklärung
1	3D Modelling	3D Modelling bezieht sich auf die Erstellung von dreidimensionalen digitalen Modellen mithilfe von speziellen Computerprogrammen. Diese Modelle können in unterschiedlichen Anwendungen verwendet werden, wie z.B. in der Architektur, Produktentwicklung, Spielen und Filmen. 3D-Modeller erstellen diese Modelle, indem sie die Formen, Texturen und Materialien des digitalen Objekts festlegen.
1	Spezialeffekte	Video-Spezialeffekte sind visuelle Effekte, die in einem Video verwendet werden, um die visuelle Wirkung zu verbessern. Sie können auf verschiedene Arten erstellt werden, wie z.B. durch die Verwendung von 3D-Modelling, Animation, Kompositierung, Maskierung, Farbkorrektur, Partikelsystemen und anderen Techniken. Sie werden häufig in Filmen, Musikvideos und anderen Videoproduktionen verwendet, um die visuelle Wirkung zu verbessern und das Video interessanter zu machen.
1	Workflow	Der Workflow zwischen zwei Programmen bezeichnet, wie gut sie zusammenarbeiten können oder wie gut sie ineinander integriert sind. In der Adobe Creative Cloud ist der Workflow sehr gut, da die meisten Dateien der einen Anwendung sich barrierefrei in eine andere einfügen lassen.
2	Polygonnetze	Polygonnetze sind ein wichtiger Bestandteil der 3D-Modellierung, bei denen Polygone verwendet werden, um die Formen und Strukturen eines virtuellen Objekts zu definieren.

2	NURBS	NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) sind eine Form von 3D-Modellierungstechnik, die durch die Verwendung von mathematischen Kurven und Flächen glatte und präzise Formen ermöglicht.
2	Shader Effekte	Shader-Effekte sind computergenerierte visuelle Effekte, die auf 3D-Modelle angewendet werden, um ihre Textur, Beleuchtung und Schatten zu verbessern.
2	UV- Texturkarten (UV-Maps)	UV-Texturkarten sind 2D-Karten, die einem 3D-Modell helfen, Texturen zuzuordnen, um seine visuelle Darstellung zu verbessern.
3	Keyframes	Keyframes sind Zeitmarker in der Animation, die bestimmen, wie ein Objekt sich im Zeitverlauf verändert, indem sie die wichtigsten Eigenschaften und Positionen des Objekts festlegen.
4	Kompositieren	Von Eng. „to composite“ = zusammenführen von Videos, Bildern, Effekten oder Dateien.
5	Unreal Engine	Die Unreal Engine ist eine führende Spiele-Engine und eine leistungsstarke Plattform für die Entwicklung von 3D-Inhalten, die für verschiedene Anwendungen einschließlich Videospiele, Architekturvisualisierungen, Filme und virtuelle Realität genutzt wird. Es bietet eine Vielzahl von Werkzeugen und Funktionen für die Erstellung von hochwertigen 3D-Inhalten, einschließlich Real-Time-Rendering, Animationen und Physik-Simulationen.
6	Kameratracking	Kameratracking bezieht sich auf die Verfolgung und Aufzeichnung der Bewegungen einer Kamera während der Aufnahme. Es ermöglicht es, die Bewegungen der Kamera genau nachzuvollziehen und später in der Nachbearbeitung für die Integration von 3D-Modellen oder anderen visuellen Effekten zu verwenden.

7	Texturen	Texturen sind digital erstellte Oberflächendetails, die einem 3D-Modell Tiefe und Realismus verleihen, indem sie Farben, Schattierungen und Muster simulieren.
17	Rendern	Rendern ist ein Prozess im 3D-Modelling/Kompositierung, bei dem die 3D-Modelle/Gesamtkomposition in einem Computer-Programm in ein Pixel-basiertes Bild (auch bekannt als Render) umgewandelt werden. Es ermöglicht es, realistische und hochwertige Bilder von 3D-Modellen zu erzeugen, die dann in Filmen, Videospielen und anderen Medien verwendet werden können.
20	Blue Screen	Blue Screen ist eine Technik im Film- und Fernsehen, bei der ein Schauspieler vor einer blauen oder grünen Leinwand steht, um die Hintergrundbilder später digital hinzufügen zu können.

# Inhalt

1.	Herleitung zum Thema – 3D Modelling in Filmen .....	1
1.1	Persönlicher Bezug .....	1
1.2	Einleitung .....	1
2.	Definition von 3D-Modelling .....	2
2.1	Der Modellierungsprozess und das „Kompositieren“ .....	2
2.2	Die Vor- und Nachteile von 3D-Modelling .....	3
2.2.1	Vorteile .....	3
2.2.2	Nachteile .....	3
3.	Beispiele für 3D-Modelling in bekannten Filmen .....	3
3.1	Eingrenzung der Beispiele .....	3
3.2	Beispiele für 3D Modelle in Filmen .....	4
4.	3D Modelling Ablauf und Kompositieren in eine Videosequenz .....	6
4.1.0	Ausgangs-Situation .....	6
4.1	Besonderheiten beim Filmen .....	6
4.1.1	Anforderungen an den Kameramann .....	6
4.1.2	Methoden beim Filmen für die spätere Nutzung von 3D-Modellen .....	7
4.2	Der Modellierungsprozess .....	8
4.2.1	Schritt 1 – Das Konzept des Modells .....	8
4.2.2	Schritt 2 – Das Digitalisieren und zusammenfügen der Konzepte .....	9
4.2.3	Schritt 3.1 – Die Wahl der 3D Software .....	9
4.2.4	Schritt 3 – Das Modellieren .....	11
4.3	Das Kompositieren in die End-Komposition .....	14
4.3.1	Schwierigkeiten beim Kompositieren .....	16
4.4	Das Rendern .....	17
4.4.1	Renderfehler .....	17
5.	Erläuterung und „rückwärts bearbeiten“ der Filmbeispiele .....	18
5.1	Arrival - Ankunftsszene – Drone overview + Jeep convoy towards Spacecraft .....	18
5.2	The Walking Dead -Staffel 2 Folge 4 - „Brunnen Zombie Szene“ .....	20
5.3	(Unreal Engine) Star Wars – The Mandalorian - Staffel 1 Folge 2 – „Mando mit Grogu“ .....	21
6.	Fazit .....	23
	Quellenverzeichnis .....	25
	Abbildungsverzeichnis – Abbildungen Alphabetisch geordnet. ....	26



# 1. Herleitung zum Thema – 3D Modelling in Filmen

## 1.1 Persönlicher Bezug

Mit einem gewaltigen Blutschwall zerplatzende Gesichter, explodierende Häuser oder gar ganze Landschaften. Eine in einer Sintflut untergehende Welt. Oder doch ein gesamtes imaginäres Universum in welchem andere Gesetze als in der uns bekannten Welt gelten. All das ist mittlerweile durch die Verwendung von 3D-Modelling in Filmen möglich. Bereits in meiner Kindheit, als ich das erste Mal Star Wars sah, war ich beeindruckt von dem zusammenhängenden Universum, dem eingeflossenen Aufwand bei der Produktion und den gut gemachten Effekten. Dies weckte mein Interesse an Spezialeffekten in Filmen und setzte den Grundstein für meine spätere Karriere als Filmmacher.

## 1.2 Einleitung

In dieser Facharbeit werden die verschiedenen Möglichkeiten und Anwendungen von 3D-Modelling in Filmen untersucht. Dabei wird insbesondere auf die methodischen Prinzipien und die gedankliche Gliederung der Arbeit eingegangen. Zunächst wird die Bedeutung und Definition von 3D-Modelling erläutert und anhand von Beispielen verdeutlicht. Dabei werden die verschiedenen Anwendungsbereiche von 3D-Modelling in Filmen beleuchtet, wie zum Beispiel die Erstellung von Explosionen, Landschaften und imaginären Welten.

Ein Schwerpunkt der Arbeit liegt darauf, den Workflow der 3D-Modellierung in Filmen zu veranschaulichen. Dazu wird ein Bearbeitungsbeispiel eingebunden, welches eine Schritt-für-Schritt-Anleitung der Arbeitsabläufe bietet. Hierbei wird auf die Wahl der geeigneten Software eingegangen, insbesondere auf die Verwendung von Cinema 4D.<sup>1</sup>

Das Erkenntnisinteresse dieser Arbeit besteht darin, ein tieferes Verständnis für die Möglichkeiten und Anwendungen von 3D-Modelling in Filmen zu erlangen. Durch die Erstellung eines eigenen Beispiels sollen die erworbenen Kenntnisse vertieft und angewendet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund der begrenzten Zeit und Ressourcen möglicherweise nicht das optimale Ergebnis der Beispielsarbeit erzielt werden kann.

---

<sup>1</sup> Vgl. Bart



## 2. Definition von 3D-Modelling

3D-Modelling bezeichnet die Erstellung von digitalen dreidimensionalen Modellen mithilfe von spezialisierten Softwareprogrammen. Diese Modelle können anschließend in verschiedenen Anwendungen wie Filmen, Computerspielen oder Architekturvisualisierungen verwendet werden.<sup>2</sup>

In der Filmindustrie werden häufig professionelle 3D-Modelling-Software wie Autodesk Maya, Cinema 4D und 3ds Max verwendet. Es gibt auch kostenlose Alternativen wie Blender, die ebenfalls leistungsfähige Funktionen bieten. Es ist wichtig, sich mit den Werkzeugen und Funktionen dieser Programme vertraut zu machen, um effektiv und effizient 3D-Modelle erstellen zu können.

### 2.1 Der Modellierungsprozess und das „Kompositieren“

Der Modellierungsprozess beginnt in der Regel mit der Erstellung eines grundlegenden 3D-Modells, welches als Basis für weitere Verfeinerungen dient.<sup>3</sup> Dies kann entweder durch die Verwendung von vorhandenen 3D-Modellen oder durch die Erstellung eines neuen Modells von Grund auf erfolgen. Es gibt verschiedene Techniken und Werkzeuge, die beim Modellieren verwendet werden können, wie z.B. die Verwendung von Polygonnetzen, NURBS<sup>4</sup>, Splines oder Volumenmodellen.

Nachdem ein grundlegendes Modell erstellt wurde, kann mit der Detaillierung fortgefahren werden. Dies beinhaltet die Anwendung von Texturen, Beleuchtung und Bewegungseffekten, um eine realistische Darstellung zu erreichen. Hierbei kann auf verschiedene Techniken zurückgegriffen werden, wie z.B. die Verwendung von UV-Texturkarten, die Erstellung von Lichtquellen oder die Anwendung von Shader-Effekten.

Das fertige 3D-Modell wird anschließend in die Filmdarstellung (Komposition)<sup>5</sup> eingefügt. Dies erfolgt meist mithilfe von spezialisierter Software wie After Effects, in welcher das Objekt in die Filmdarstellung eingefügt, beleuchtet und animiert werden kann. Hierbei müssen oft Anpassungen vorgenommen werden, um das Modell perfekt in die Umgebung einzufügen und es realistisch aussehen zu lassen. Auch hierbei können verschiedene Techniken wie z.B. die Verwendung von

---

<sup>2</sup> Vgl. Future Learn

<sup>3</sup> Vgl. Irene Lewis

<sup>4</sup> Vgl. NURBS Modeling - Arash Naghdi, Payam Adib

<sup>5</sup> Vgl. 3D Ace



Keyframe-Animationen, die Anwendung von Partikeleffekten oder die Erstellung von Schatten verwendet werden.

## **2.2 Die Vor- und Nachteile von 3D-Modelling<sup>6</sup>**

### **2.2.1 Vorteile**

3D-Modelling in Filmen bietet eine Vielzahl von Vorteilen und Möglichkeiten, die die Qualität und den Umfang von Filmen erheblich erhöhen können. Einer der größten Vorteile ist die Möglichkeit, realistische und beeindruckende Szenen und Effekte zu erstellen, die mit traditionellen Methoden nicht möglich wären. Durch die Verwendung von 3D-Modelling können Filmemacher auch komplexe und teure Szenen kosteneffizienter und schneller produzieren.

Ein weiterer Vorteil von 3D-Modelling in Filmen ist die Möglichkeit, imaginäre Welten und Szenen zu erschaffen, die in der realen Welt nicht möglich oder zu teuer wären. Dies ermöglicht Filmemachern, ihrer Kreativität freien Lauf zu lassen und ihre Visionen auf beeindruckende Weise umzusetzen.

### **2.2.2 Nachteile**

Allerdings gibt es auch einige Nachteile bei der Verwendung von 3D-Modelling in Filmen. Einer davon ist die Tatsache, dass der Prozess des 3D-Modellierens sehr zeitaufwendig und komplex sein kann, insbesondere für Filmemacher, die nicht über die notwendigen Fähigkeiten und Ressourcen verfügen. Auch die Kosten für die erforderliche Hardware und Software können eine Hürde darstellen.

Ein weiterer Nachteil ist, dass die Verwendung von 3D-Modelling dazu führen kann, dass Filme zu steril und unrealistisch wirken. Es besteht auch die Gefahr, dass Filmemacher sich zu sehr auf die technischen Aspekte des 3D-Modellierens konzentrieren und dabei die Geschichte und die Charaktere vernachlässigen.

## **3. Beispiele für 3D-Modelling in bekannten Filmen**

### **3.1 Eingrenzung der Beispiele**

Zur Eingrenzung des Themas, werde ich mich auf folgende Beispiele fokussieren. Es gibt unzählige Filme und Anwendungsbeispiele für 3D-Modelling in Filmen. Die Erläuterung folgender lässt aber im übertragenen Sinne ebenfalls auf die Systematik und Funktionsweise von anderen Beispielen schließen.

---

<sup>6</sup>Vgl. Nach Allison

Genannte Beispiele werde ich nach dem Hauptteil der Erklärung eines Gesamtvorgangs im Bereich des „3D-Modellings und Kompositieren“ analysieren und „rückwärts bearbeiten“ (d.h. ggf. Effekte etc. rückgängig machen) sodass ein möglichst klares Verständnis über Funktionsweise und Prozess des jeweiligen Effektes entsteht.

### 3.2 Beispiele für 3D Modelle in Filmen

Film/Serie	Szene	Was ist CGI oder 3D Modell?
Arrival	<p><b>Ankunftsszene – Drone overview + Jeep convoy towards Spacecraft<sup>7</sup></b></p>  <p><small>CG TREES, CG CARS &amp; CG SPACESHIP - SET EXTENSION - MATTE PAINTING</small></p> <p><i>Arrival-Szene 1 Abb. 1 - Jeeps fahren auf das Raumschiff zu.</i></p>	<p>-Der Wald und große Teile der Landschaft wurden hinzugefügt.</p> <p>-Der Konvoy ist ein 3D Modell.</p> <p>-Das Raumschiff wurde im Nachhinein eingefügt.</p>
The Walking Dead	<p><b>Staffel 2 Folge 4 - „Brunnen Zombie Szene“<sup>8</sup></b></p>  <p><i>TWD-Szene 1 Abb. 2 - Der Zombie wird aus dem Brunnen gezogen und zerreißt dabei.</i></p>	<p>-Der Zombie ist ein Schauspieler und die Beine wurden im Nachhinein entfernt.</p> <p>-Die Gedärme sind ein 3D Modell.</p>

<sup>7</sup> Erstellt durch: Oblique FX

<sup>8</sup> Erstellt durch: Stargate Studios



<p>Star Wars – The Mandalorian</p>	<p><b>Staffel 1 Folge 2 – „Mando mit Grogu“<sup>9</sup></b></p>  <p><i>SW-TM-Szene 1 Abb. 3 - Mando und Grogu vor einer Felswand.</i></p>	<p>-Der Hintergrund ist eine 3D Szene die mit Hilfe der Unreal Engine auf den Bildschirmhintergrund projiziert wurde.</p>
------------------------------------	--	---

---

<sup>9</sup> Erstellt durch: Lucasfilm Fairview Entertainment Golem Creations; Veröffentlicht durch: Insider

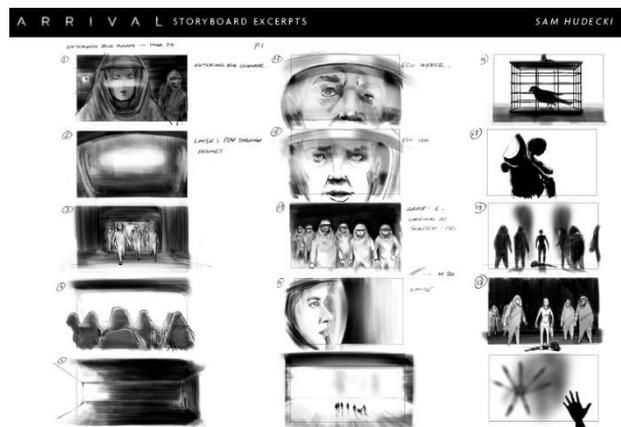
## 4. 3D Modelling Ablauf und Kompositieren in eine Videosequenz

### 4.1.0 Ausgangs-Situation

In dieser Beschreibung eines gesamten Modellingprozesses mit einfügen in eine Videosequenz gehe ich davon aus, dass wichtige Vorarbeiten für einen Film schon getroffen wurden. Die Ausgangssituation beginnt nach dem Verfassen eines Drehbuchs und dem Zusammenstellen einer passenden Filmcrew. Es wird davon ausgegangen, dass alles für das Drehen bereit ist, und der erste Unterpunkt wird unmittelbar beim Dreh der ersten Szene sein, welche den Anwendungsbereich von 3D-Modelling benötigt.

### 4.1 Besonderheiten beim Filmen

Eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Integration von 3D-Modellen in Filmen ist eine sorgfältige Planung<sup>10</sup> und Durchführung der Aufnahmen. Dabei ist es wichtig, beim Filmen bereits auf die spätere Integration des 3D-Modells zu achten, um es in der Nachbearbeitung möglichst einfach zu gestalten.



Arrival Storyboard 1 Abb. 4 - Man sieht eine grobe Skizzierung der Expedition in das Innere des Raumschiffes.

#### 4.1.1 Anforderungen an den Kameramann

Ein Kameramann, der für die Aufnahmen von Szenen verantwortlich ist, in denen später ein 3D-Modell integriert werden soll, sollte über eine Reihe von Fähigkeiten und Qualifikationen verfügen. Einige wichtige Fähigkeiten und Qualifikationen sind:

*Erfahrung im Kameratracking:* Der Kameramann sollte über umfangreiche Erfahrung im Kameratracking verfügen, um die Bewegungen der Kamera genau verfolgen und aufzeichnen zu können.

*Kenntnisse im Bereich Licht und Beleuchtung:* Der Kameramann sollte Kenntnisse im Bereich Licht und Beleuchtung besitzen, um die Beleuchtung während der

<sup>10</sup> Sam Hudecki – Arrival Storyboard



Aufnahmen gleichbleibend zu gestalten und eine ausreichende Helligkeit und Kontrast im Aufnahmebereich zu gewährleisten.

*Technisches Verständnis:* Der Kameramann sollte ein gutes Verständnis für die technischen Aspekte des Filmemachens haben, um die richtige Wahl der Kamera-Einstellungen, Linsen und Zubehör zu treffen, um die bestmögliche Aufnahmequalität zu erzielen und das spätere Kameratracking zu erleichtern.

*Erfahrung im Umgang mit 3D-Modellierungssoftware:* Der Kameramann sollte über grundlegende Kenntnisse im Umgang mit 3D-Modellierungssoftware verfügen, um die Anforderungen an die Aufnahmen besser verstehen und umsetzen zu können.

*Auge für Details:* Der Kameramann sollte ein gutes Auge für Details haben, um mögliche Fehler während der Aufnahmen zu erkennen und zu vermeiden, die die spätere Integration des 3D-Modells erschweren könnten.

*Kreativität und Flexibilität:* Der Kameramann sollte kreativ und flexibel sein, um sich auf unerwartete Veränderungen während der Aufnahmen einstellen und schnell auf Probleme reagieren zu können, um die bestmögliche Aufnahmequalität zu erzielen.

#### **4.1.2 Methoden beim Filmen für die spätere Nutzung von 3D-Modellen**

Eine wichtige Methode, die hierbei zum Einsatz kommt, ist das sogenannte *Kameratracking*.<sup>11</sup> Dabei wird die Bewegung der Kamera während der Aufnahmen verfolgt, um die Bewegungen später auf das 3D-Modell anwenden zu können. Um ein erfolgreiches Kameratracking<sup>12</sup> durchzuführen, ist es wichtig, auf eine gleichbleibende Beleuchtung während der Aufnahmen zu achten, sowie auf ausreichend Kontrast und Texturen im Aufnahmebereich.



*Physikalischer Kamera Tracker 1 Abb.5 - Zeichnet die Bewegungen der Kamera in Koordinaten-Daten auf, um sie später in der Post zu verwenden.*

*Fehler*, die beim Filmen gemacht werden können, die es später schwieriger machen, das 3D-Modell einzufügen, sind zum Beispiel schwankende Kamerabewegungen, ungenaue Beleuchtung, mangelnde Texturen im Aufnahmebereich und ungenaues Kameratracking. Ein weiterer häufiger Fehler ist es, die Kamera zu drehen oder zu neigen, anstatt sie

---

<sup>11</sup> Nach Nuke Tutorials

<sup>12</sup> Trackingsystem von Optitrax

auf eine gerade Ebene zu halten. Dies kann dazu führen, dass das 3D-Modell später verzerrt wirkt und schwieriger einzufügen ist.

Es ist auch wichtig, darauf zu achten, dass die Kamera nicht zu nah an das zu modellierende Objekt herangeführt wird, da dies die Genauigkeit des Kameratrackings beeinträchtigen kann. Ebenso sollte vermieden werden, dass das zu modellierende Objekt aus dem Blickfeld der Kamera verschwindet oder von anderen Objekten verdeckt wird, da dies das spätere Tracking erschwert.<sup>13</sup>

## 4.2 Der Modellierungsprozess

Der Modellierungsprozess kann nach dem Dreh stattfinden, startet aber in der Regel schon vor den Dreharbeiten, da es sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, und gerade für Filme, die in der realen Welt gedreht werden, möglichst realistisch aussehen müssen.

### 4.2.1 Schritt 1 – Das Konzept des Modells

Im ersten Schritt des Modellierungsprozesses schauen sich die Zeichner, 3D-Künstler und Modeller, das Drehbuch an und überlegen gemeinsam, wie das 3D-Modell aussehen könnte. Außerdem ist es wichtig die Verwendung des Modells zu berücksichtigen und die Anforderungen an das Modell (z.B. funktionierende Physikalische Eigenschaften bei Kleidungs-Simulation oder die richtigen Farbeffekte für Metalle).



*Arrival Raumschiff Konzepte 1 Abb. 6 - Man sieht, wie unterschiedlich die 3D Konzepte zu den Raumschiffen aus Arrival ursprünglich waren.*

Dafür werden meist so genannte Konzept-Arts angefertigt, welche oft sehr unterschiedlich aussehen und unterschiedliche Perspektiven des zu modellierenden Objektes zeigen, um ein möglichst genaues und umfangreiches Bild des Objektes zu erhalten nach dem sich der spätere Modellierungsprozess richten kann.

Beim Konzeptieren eines 3D-Modells können eine Vielzahl von Problemen auftreten, die das Ergebnis beeinflussen können. Eines der häufigsten Probleme

<sup>13</sup> Vgl. Johnathan Paul



ist die Unterschiedlichkeit der Styles und Fantasien der Künstler. Jeder Künstler hat seinen eigenen Stil und seine eigene Vorstellung davon, wie das Modell aussehen soll. Dies kann dazu führen, dass das Modell nicht den Anforderungen entspricht oder nicht den Erwartungen des Produzenten/Leiters entspricht. Ein weiteres Problem ist die Komplexität des Modells. Oft ist es schwierig, ein komplexes Konzept zu erstellen, das realistisch und glaubwürdig aussieht. Es kann schwierig sein, die Proportionen und die Symmetrie des Modells richtig zu treffen, um ein realistisches Ergebnis zu erzielen.

#### **4.2.2 Schritt 2 – Das Digitalisieren und zusammenfügen der Konzepte<sup>14</sup>**

Schritt 2 im Prozess des Konzeptierens eines 3D-Modells bezieht sich auf das Digitalisieren und Zusammenfügen der Konzepte. Dieser Schritt ist von entscheidender Bedeutung, da er dafür sorgt, dass die ursprünglich entworfenen Konzepte in ein digitales Format übertragen und zusammengeführt werden, um ein vollständiges 3D-Modell zu erhalten.

Zunächst werden die Skizzen und Zeichnungen aus dem ersten Schritt digitalisiert, indem sie mit einem Scanner oder einer speziellen Zeichensoftware eingescannt werden. Dies ermöglicht es, die Konzepte in einem digitalen Format zu bearbeiten und zu verfeinern. Danach werden die digitalisierten Konzepte in eine Bild Bearbeitungs-Software (wie Photoshop) importiert und zusammengefügt. Hierbei werden die verschiedenen Teile des Konzepts von den unterschiedlichen Künstlern, wie z.B. die Körperform, die Augen, die Nase usw. in ein einziges Konzept zusammengefügt. Es muss entschieden werden welche Konzeptideen verwirklicht und welche verworfen werden. Hierbei sind verschiedene Meinungen erforderlich um eine möglichst abgewogene Entscheidung treffen zu können. Es ist wichtig, dass jeder Künstler kritikfähig ist und bereit ist seine Idee zu ändern oder gegen eine fremde zu ersetzen. Am Ende erhält man ein einziges finales Konzept nach, welchem der Modellierungsprozess richtet. Der endgültige Entwurf muss vorher von der Produktionsleitung genehmigt werden, da ein Modell nach seinem Vorbild später im fertigen Film zu sehen sein wird.

#### **4.2.3 Schritt 3.1 – Die Wahl der 3D Software<sup>15</sup>**

Die Wahl der richtigen 3D-Software ist von entscheidender Bedeutung für den Erfolg eines Projekts. Es gibt viele verschiedene 3D-Software-Optionen auf dem Markt, und jede hat ihre eigenen Stärken und Schwächen. Eine gründliche Überlegung ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die gewählte Software den

---

<sup>14</sup> Phasen nach Stanek, Szymon - CGHero

<sup>15</sup> Nach 3D Learning Hub



Anforderungen des Projekts entspricht und den Erwartungen des Kunden/Produzenten/der Leitung entspricht. Beispiele für Bearbeitungssoftware wären:

- 1) *Autodesk Maya*: Diese Software wird häufig in der Filmindustrie verwendet und wurde bei zahlreichen Blockbustern eingesetzt, darunter "Avatar", "Jurassic World" und "Guardians of the Galaxy".
- 2) *Houdini*: Diese Software von Side Effects wird hauptsächlich für die Erstellung von visual Effects und Simulationen genutzt, wie z.B. "Game of Thrones", "Deadpool" und "Gravity"
- 3) *Cinema 4D*: Die Software von Maxon wird häufig in der Architektur- und Produktvisualisierung verwendet, aber sie hat auch ihren Weg in die Filmindustrie gefunden, z.B. "Inception", "Mad Max: Fury Road" und "The Martian"
- 4) *Blender*: Blender ist eine Open-Source-Software, die häufig für kleinere Filme und independenten Projekten verwendet wird, aber auch in größeren Produktionen wie "Sintel" und "Tears of Steel" eingesetzt wurde.

In dieser Facharbeit wird die beim Programm After Effects integrierte Version von Cinema-4D als Beispiel für eine 3D-Modellierungssoftware verwendet. Es gibt mehrere Gründe, warum Cinema 4D für dieses Projekt gewählt wurde. Cinema 4D bietet eine Vielzahl von Vorteilen für die Erstellung von 3D-Modellen, die später in Filmen eingefügt werden. Einige der wichtigsten Vorteile<sup>16</sup> sind:

- *Effiziente Zusammenarbeit* bei der Erstellung von 3D-Modellen durch den guten Workflow zwischen After Effects und dem Programm. Dank der Möglichkeit, Kameras einschließlich Kameratracker aus After Effects zu importieren, kann die Kameraführung und Animation synchronisiert werden.
- *Umfassende Werkzeuge* und Funktionen für die Modellierung von 3D-Objekten, insbesondere für komplexe und detaillierte Modelle.
- *Intuitive Benutzeroberfläche* ermöglicht schnelles und einfaches Erstellen und Bearbeiten von 3D-Modellen.
- *Leistungsstarke Funktionen* wie die Verwendung von mehreren Ebenen, die unabhängig voneinander bearbeitet werden können, erleichtern die Arbeit mit komplexen Modellen.
- *Vielzahl von Plug-ins* und Erweiterungen, die spezielle Effekte und Funktionen hinzufügen und die Leistung des Programms erhöhen können.

---

<sup>16</sup> Nach Bart

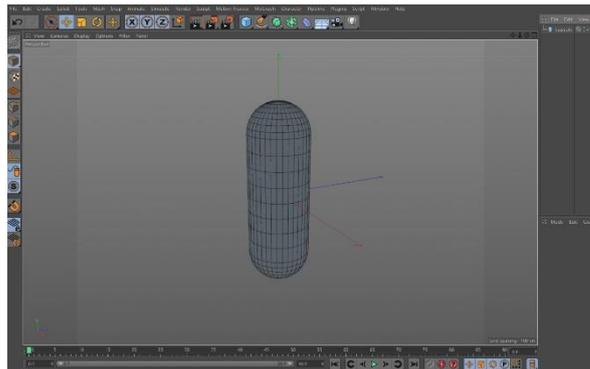


- Zugang zu einer *umfangreichen Community* mit zahlreichen verfügbaren Materialien und 3D Modellen, die den Modellierungsprozess erleichtern und beschleunigen können.

#### 4.2.4 Schritt 3 – Das Modellieren<sup>17</sup>

Sollte das finale Konzept stehen, fügt man es in eine 3D-Bearbeitungs-Software (in dargestelltem Beispiel Cinema 4D) ein und kann nun mit dem Modellieren beginnen.

1. *Erstellen einer Grundform:* Der erste Schritt beim Modellieren besteht darin, eine Grundform für das Modell zu erstellen. Dies kann entweder durch den Einsatz von vorhandenen Werkzeugen wie z.B. einem Würfel, einer Kugel oder einem Zylinder erfolgen oder durch das Skizzieren von Formen



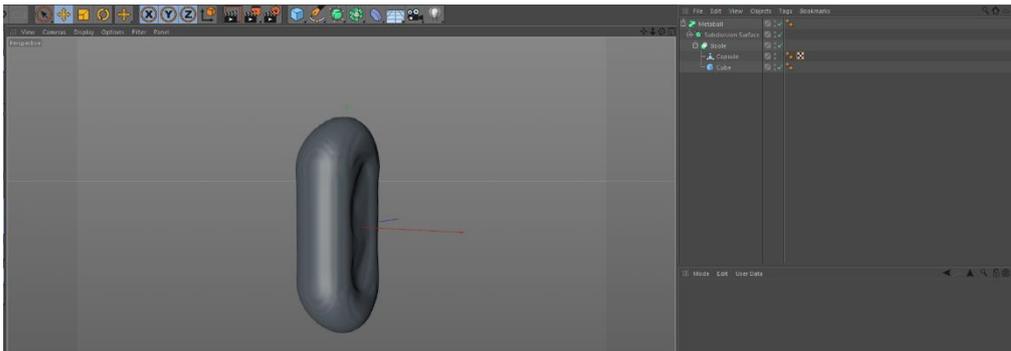
Cinema 4D 1 Abb. 7 - Ein kapselförmiges Objekt dient als Grundform.

mithilfe von Splines oder Polygonnetzen. Dabei ist es essentiell, Referenzbilder zu sammeln, aber sich trotzdem an der finalen Konzeptskizze zu orientieren, die als Inspiration und Richtlinie für die Gestaltung des Modells dient. Dies ermöglicht es dem Modellierer, sicherzustellen, dass das Modell den Anforderungen entspricht und realistisch aussieht. Ein weiteres wichtiges Kriterium bei der Erstellung der Grundform ist die Polygon-Optimierung. Hierbei sollte man darauf achten, dass die Anzahl der Polygone so gering wie möglich gehalten wird, um sicherzustellen, dass das Modell schnell und effizient rendern kann. Symmetrie ist auch ein wichtiger Faktor bei der Erstellung der Grundform. Indem man versucht, das Modell symmetrisch zu erstellen, kann man die Arbeit vereinfachen und Fehler vermeiden. Es ist auch wichtig, dass die Grundform des Modells kontinuierlich und fließend ist, was dazu beitragen kann, Probleme beim Texturieren oder Rendern zu vermeiden.

<sup>17</sup> Nach Stanek, Szymon - CGHero



2. *Bearbeiten der Grundform*<sup>18</sup>: Sobald die Grundform erstellt ist, kann man mit dem Bearbeiten beginnen. Hierbei kann man die Form des Modells verfeinern, indem man z.B. Polygone hinzufügt oder entfernt, Kanten verschiebt oder die Formen durch Extrudieren oder Aufspalten verändert. Man versucht die Grundform so weit wie möglich zu verfeinern, um eine realistische Darstellung zu erreichen. Ein wichtiger Faktor beim Arbeiten an der Grundform ist der Detailreichtum.



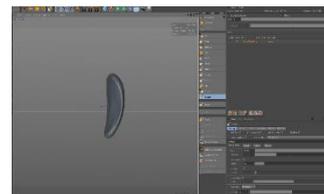
Cinema 4D 4 Abb. 8 - Durch das Halbieren und Modifizieren der Grundform, lässt sich schon eine grobe Form erkennen.

Dies bezieht sich darauf, wie viele kleine Details in das Modell eingebaut werden, wie zum Beispiel Texturen, Kanten und andere kleinere Formen. Durch die Hinzufügung von Details kann das Modell realistischer und überzeugender wirken.

Ein wichtiges Werkzeug beim Arbeiten an der Grundform ist das Extrudieren. Dies ermöglicht es dem Modellierer, die Höhe, Tiefe und Breite von bestimmten Bereichen des Modells zu verändern, um es realistischer

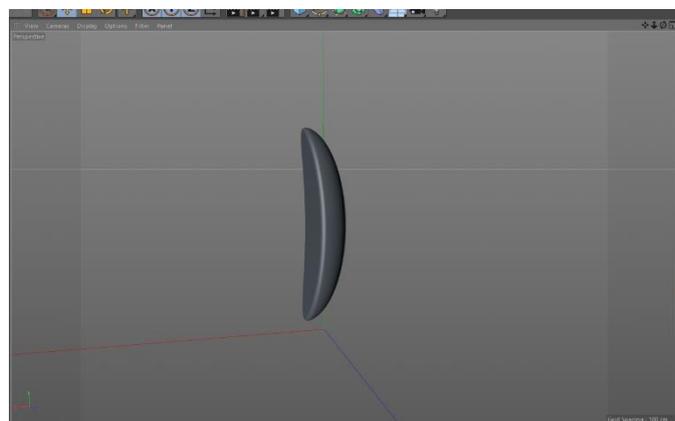
aussehen zu lassen. Extrudieren ermöglicht es auch, komplexere Formen zu erstellen, die sonst schwer oder unmöglich zu modellieren wären.

Ein anderes Werkzeug, welches beim Arbeiten an der Grundform oft



Cinema 4D 2 Abb. 9 - Durch das Editieren des Objektes mit skulpting-Werkzeugen ist die Form noch besser zu erkennen.

an der Grundform oft



Cinema 4D 3 Abb. 10 - Das Modell des Raumschiffes ist nach einigem Glätten bereit für die weitere Benutzung.

<sup>18</sup> Nach 3D Fluff

benutzt wird, ist die subsurface subdivision. Dies ermöglicht es dem Modellierer, die Oberfläche des Modells zu glätten und Unregelmäßigkeiten auszugleichen. Dies kann dazu beitragen, das Modell realistischer aussehen zu lassen und kann auch dazu beitragen, Probleme beim Texturieren oder Rendern zu vermeiden. Dieses Werkzeug fügt auch wie das Extrudieren weitere Polygone zu einem bestehenden Bereich hinzu und kann ihn somit runder bzw. natürlicher machen.

3. *Texturieren und Materialien zuweisen*<sup>19</sup>: Nachdem das Modell geformt wurde, müssen Materialien und Texturen zugewiesen werden. Das Zuweisen von Materialien beinhaltet die Erstellung von Oberflächeneigenschaften für das Modell, wie Farbe, Glanz, Reflektionen und andere Effekte. Dies kann entweder manuell durch die Verwendung von Materialien, die in der 3D-Software bereits vorhanden sind, oder durch die Erstellung von benutzerdefinierten Materialien erfolgen. Dabei ist es wichtig, dass die Materialien realistisch und glaubwürdig wirken, um die Illusion einer realen Umgebung zu unterstützen. Die Texturierung bezieht sich auf die Zuweisung von Texturen, also Bildern, auf die Oberflächen des Modells. Dies ermöglicht es dem Modellierer, realistischere Oberflächen darzustellen, indem er



*Cinema 4D 5 Abb. 11 -  
Das Raumschiff texturiert  
und beleuchtet, vor einem  
virtuellen Himmel.*

Details wie Risse, Schatten und Oberflächenmuster hinzufügt. Ein wichtiges Werkzeug bei der Texturierung ist die UV-Texturkarten (UV-Maps). UV-Maps ermöglichen es dem Modellierer, die Textur auf die Oberfläche des Modells zu projizieren, indem sie die 3D-Koordinaten des Modells auf eine 2D-Texturkarte abbilden. Dies ermöglicht es dem Modellierer, die Textur genau auf die Form des Modells anzupassen und zu bearbeiten. Auf diese Weise kann der Modellierer die Texturierung in Einklang mit der geometrischen Form des Modells bringen und realistischere Ergebnisse erzielen. Insgesamt ermöglicht die Texturierung und Materialzuweisung dem Modellierer, sein Modell mit Leben zu füllen und es zu einer glaubwürdigen und realistischen Darstellung zu machen. Es ist ein wichtiger Schritt im 3D-Modellierungsprozess und trägt wesentlich zur visuellen Qualität des endgültigen Ergebnisses bei.

---

<sup>19</sup> Nach Irene Lewis



4. *Beleuchtung*: Nachdem das Modell texturiert und materialisiert wurde, müssen Lichtquellen hinzugefügt werden, um das Modell zu beleuchten. Hierbei kann man auch verschiedene Arten von Lichtquellen wie z.B. Spotlights oder Umgebungslicht verwenden. Bei der Erstellung eines 3D-Modells für einen Film ist es wichtig die am Set zu erwartende oder schon dokumentierte Beleuchtung zu übernehmen, damit sich das 3D-Modell später bei z.B. möglichen vom Objekt ausgehenden Lichtreflexionen besser in die Szene einpasst. Eine Möglichst gut am Set dokumentierte Landschaft, sowie Beleuchtungsgegebenheiten, Licht-, Farbtemperatur können bei diesem Schritt sehr hilfreich sein.
5. *Anpassungen und Optimierungen*: Nachdem das Modell vollständig erstellt wurde, kann man Anpassungen und Optimierungen vornehmen, um es für die Verwendung in einem Film oder einer Animation bereit zu machen. Dies kann z.B. das Reduzieren der Polygonanzahl, das Anpassen von Lichtintensitäten und das Hinzufügen von Animationen und Bewegungen beinhalten kann. Es erfordert ein gewisses Verständnis der 3D-Modellierungs-Prinzipien und der verwendeten Software, um erfolgreich ein realistisches und funktionales 3D-Modell zu erstellen.

### 4.3 Das Kompositieren in die End-Komposition<sup>20</sup>

So bald, das 3D-Objekt fertig ist, kann man mit dem Einfügen in die Videosequenz beginnen. Dies ist meist der Schwierigste Schritt und erfordert viel Zeit und Arbeit. Das 3D-Objekt wird in die Video-Software eingefügt und als Ebene über die gefilmte Sequenz grob an seine gewünschte Position gelegt. Das Objekt steht nur



After Effects 1 Abb. 12 - Das 3D Modell des Raumschiffes über den Videoebenen.

als stilles Objekt auf der Arbeitsfläche, aber die Kamera bewegt sich in den meisten Fällen. Das bedeutet, dass das Objekt sich passend zur Kamera mitbewegen muss, auch wenn es eigentlich nur still in der Videosequenz stehen soll. Damit das Objekt seine Position behält muss die Bewegung der Kamera nachgeahmt und dann auf das Objekt übertragen werden. Es funktioniert, indem die



Eigene Beispiel Sequenz 1 Abb. 13 - Das Raumschiff liegt über der Szene, aber bewegt sich nicht mit der Kamera mit und ist außerdem nicht hinter der Hauptfigur, sondern "schwebt" davor.

<sup>20</sup> Nach Jordan Bergren

Bewegungen der Kamera in der Videosequenz analysiert werden, um das Modell realistisch in die Szene einzufügen.

Der Prozess des *Kameratracking*<sup>21</sup> besteht aus mehreren Schritten. Zunächst wird ein spezielles Marker-System verwendet, um die Bewegungen der Kamera in der realen Welt aufzuzeichnen. Diese Marker werden auf bestimmten Merkmalen im Filmmaterial platziert, wie z.B. auf Ecken von Gebäuden oder auf bestimmten Merkmalen im Gesicht des Schauspielers. Anschließend wird das Filmmaterial in spezielle Software geladen, die die Bewegungen der Kamera anhand der Marker analysiert. Dabei werden die Bewegungen der Kamera in Bezug auf die Position, Rotation und Skalierung erfasst. Mit den gewonnenen Daten kann die digitale Kamera in der 3D-Software exakt nachgestellt werden. Dadurch kann das 3D-Objekt in die Aufnahme eingefügt werden und bewegt sich dann synchron zur Bewegung der realen Kamera. Es gibt auch automatische Kameratracking-Verfahren, die auf Computer-Vision (künstlicher Intelligenz) basieren und die Bewegungen der Kamera auf der Grundlage von Merkmalen (wie z.B.

*After Effects 2 - Die Kamerabewegung wird mit Trackpunkten erfasst, um die Bewegungen der Kamera auf das Raumschiff zu übertragen.*



kontrastreichen/markanten stellen) im Filmmaterial selbst verfolgen, anstatt auf manuell platzierten Markern.

Ein weiterer Arbeitsschritt ist das Auskeyen (also das Ausmaskieren und den Maskierten Videoteil, über das das Objekt legen) von Objekten, die sich vor dem eigentlichen 3D-Modell befinden. Dies ermöglicht es dem Modell, sich in die Szene einzufügen und die Tiefenwahrnehmung zu erhöhen.



*Eigene Beispiel Sequenz 2 Abb. 15 - Hauptfigur ausgekeyed, damit man ihn in den Vordergrund setzen kann.*

<sup>21</sup> Nach Sean Frangella



*Eigene Beispiel  
Sequenz 3 Abb. 16 - Hauptfigur  
vor dem  
Raumschiff +  
Raumschiff wirft  
Schatten.*

Nachdem das Modell platziert und ausgekeyed wurde, muss es an die Beleuchtung und Farbe der Szene angepasst werden. Hierbei kann der Modellierer Lichtquellen hinzufügen oder bestehende anpassen, um das Modell realistisch in die Szene zu integrieren.

Auch die Materialien des Modells können angepasst werden, um sicherzustellen, dass sie die Umgebung realistisch reflektieren.

Zuletzt können dem Modell spezielle Effekte hinzugefügt werden, um es noch realistischer und glaubwürdiger erscheinen zu lassen. Dazu gehören z.B. Partikel-Effekte wie Rauch oder Staub, die das Modell in die Szene einbinden.



*SW-TM-Szene 2 Abb. 17 - Einzelne  
Effekt-Ebenen wie Staub und Himmel  
vor und hinter dem Raumschiff.*

#### **4.3.1 Schwierigkeiten beim Kompositieren**

Beim Einfügen und Einarbeiten des 3D-Modells in die Videosequenz kann es zu verschiedenen Schwierigkeiten kommen. Eine davon ist die ungenaue Übereinstimmung der Kamera- und Bewegungsdaten des 3D-Modells mit denen der tatsächlichen Aufnahme. Dies kann dazu führen, dass das eingefügte 3D-Modell nicht natürlich in die Szene eingebettet erscheint und dadurch die Glaubwürdigkeit der Effekte beeinträchtigt wird.

Ein weiteres Problem ist die unzureichende Anpassung der Beleuchtung und Farben des 3D-Modells an die Umgebung. Wenn das eingefügte 3D-Modell nicht den gleichen Beleuchtungs- und Farbeffekten unterliegt wie die tatsächliche Szene, kann es auffällig und unnatürlich wirken.



*Eigene Beispiel  
Sequenz 4 Abb. 18 -  
Fehlerhaftes Licht und  
schlechte Texturen  
führen zum Bruch der  
Illusion in einer Szene.*

Ebenfalls suboptimal kann die Tatsache sein, dass das eingefügte 3D-Modell nicht vollständig mit den tatsächlichen Objekten und Personen in der Szene interagiert. Dies kann dazu führen, dass das eingefügte 3D-Modell nicht glaubwürdig in die Szene eingebettet erscheint und die Illusion zerstört.

Illusionsbrechend ist ebenfalls, dass die 3D-Objekte nicht den gleichen Schatten werfen wie die realen Objekte im Video, was die Illusion zerstört und das Ergebnis unrealistisch wirken lässt.



Insgesamt kann die Integration von 3D-Modellen in eine Videosequenz eine komplexe und anspruchsvolle Aufgabe sein, die sowohl technisches Fachwissen als auch kreatives Talent erfordert. Eine sorgfältige Planung und Umsetzung ist erforderlich, um ein glaubwürdiges und überzeugendes Ergebnis zu erzielen.

#### 4.4 Das Rendern

Die Renderzeit ist ein wichtiger Faktor beim Abschluss eines 3D-Modelling-Projekts. Insbesondere bei komplexen Sequenzen, bei denen viele 3D-Modelle und visuelle Effekte verwendet werden, kann die Renderzeit sehr lange dauern. Ein Beispiel hierfür ist der Film "Avatar" von James Cameron, bei dem die Renderzeit für einige Shots bis zu 48 Stunden betrug (und das schon mit „Super-Computern“). Ein weiteres noch deutlicheres Beispiel ist der Film „Life of Pi: Schiffbruch mit Tiger“. Dieser Film benötigte rein rechnerisch eine gesamte Renderzeit von 1633 Jahren.<sup>22</sup>

Um diese lange Renderzeit zu reduzieren, kann man auf die Verwendung von Multi-Core-Rendering (also das Verwenden mehrerer CPUs für eine zu rendernde Sequenz)

- Längste Renderzeit für einen Frame: 272 h (Walsprungsequenz)
- Längste Renderzeit für einen Shot: 1,3 Mio. Stunden (Erdmännchen beim schlafen)
- gesamte Film renderte rein rechnerisch 1633 Jahre
- Effekte: 375 Jahre
- Licht: 1091 Jahre
- Lichtumgebung: 166 Jahre
- Tiger: 248 Jahre
- Erdmännchen: 289 Jahre
- größte Speichernutzung: 260 TB
- rund 1:29 h von 2 h Film beinhalteten Effekte

*Life of Pi - Beispiel 1 Abb. 19 - Die Renderzeiten für die real-getreuen 3D Modelle der Tiere im Film.*

oder sogenannten "Computer-Rendering-Farmen" (Mehrere Computer die als Kollektiv an einer Sequenz rendern) zurückgreifen.

##### 4.4.1 Renderfehler

Beim Rendern gibt es einige Dinge zu beachten. Eines davon ist die Wahl der richtigen Render-Einstellungen. Hierbei sollte man die Anforderungen an die Qualität und die gewünschte Renderzeit berücksichtigen. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Wahl des richtigen Render-Engines. Es gibt verschiedene Render-Engines wie Cycles, V-Ray, Arnold und Octane, die jeweils ihre Stärken und Schwächen haben. Es kommt darauf an, welche Anforderungen an die Qualität und die Renderzeit gestellt werden.

Ein häufiges Problem beim Rendern von komplexen 3D-Modellen ist das Verwenden von zu hohen Polygon-Dichten. Dies kann zu langsamen Renderzeiten und Problemen bei der Speicherverwaltung führen. Eine Lösung hierfür kann das Verwenden von Subsurfacing oder das Verringern der Polygon-Dichte durch das Verwenden von Modellierungstechniken wie Z-Brush oder Dynamesh sein.

<sup>22</sup> Nach Dok. Von Maik Lopez

## 5. Erläuterung und „rückwärts bearbeiten“ der Filmbeispiele

Im Folgenden werde ich einige Filmbeispiele und ihren Zusammenhang mit 3D Modeling erläutern, um einige weitere Einsatzmöglichkeiten und das Potential von 3D-Modelling zu zeigen. Dazu werde ich insgesamt 3 Filme bei denen 3D Modelle genutzt wurden „rückwärts bearbeiten“.

### 5.1 Arrival - Ankunftsszene – Drone overview + Jeep convoy towards Spacecraft<sup>23</sup>

In dem Film Arrival geht es um oval förmige Raumschiffe, welche auf der Erde landen und mit der Bevölkerung kommunizieren wollen. Für diese Szenen wurden eine Spezialeffekte verwendet, welche auch 3D Modelling beinhalten.



Arrival-Szene 2 Abb. 20 - Die Rohaufnahme der Drohne.

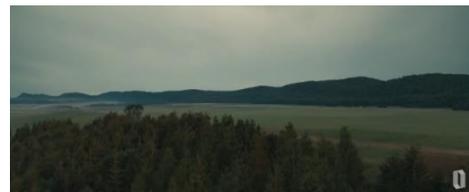
In der untersuchten Szene Sieht man eine weite Landschaft, welche von einer Drohne überflogen wurde.



Arrival-Szene 3 Abb. 21

Im ersten Schritt wurde eine Farbkorrektur angewendet, um eine kinematischere Stimmung zu erzielen.

Im Dritten schritt wurden zusätzliche Bäume in die Szene eingefügt. Die Bäume lassen die Szene Abgelegener und natürlicher Wirken. Sie wurden in einem 3D Programm modelliert und dann auf die Szene „getrackt“.



Arrival-Szene 4 Abb. 22

Anschließend wurde eins der Besagten Raumschiffe eingefügt. Es wurde ebenfalls in einem langen Modellingprozess erstellt und dann auf das Footage „getrackt“.



Arrival-Szene 5 Abb. 23

---

<sup>23</sup> Nach Oblique Fx



Zuletzt hat man noch eine Jeep Kolonne eingefügt, welche in Richtung des Raumschiffes fährt. Die Kolone war auch ein 3D Modell.



Die 3D Modelle machen die Szene deutlich spannender und vermitteln dem Zuschauer ein dystopisches Bild. Ohne die Nutzung von 3D-Modellierung wäre eine solche Szene nur sehr schwer umsetzbar. Das Raumschiff wäre viel zu groß, um es nachzubauen. 3D-Modelling ist die beste und die Kosten-effizienteste Lösung.

*Arrival-Szene 6 Abb. 24*

## 5.2 The Walking Dead -Staffel 2 Folge 4 - „Brunnen Zombie Szene“<sup>24</sup>

In dieser Szene sieht man einen Zombie aus der Serie „The Walking Dead“. Der Zombie muss aus einem Brunnen geborgen werden. Er wird an einem Seil hochgezogen, zerreißt aber kurz vor der Brunnenkante.

Um ein „Zerreißen“ darzustellen wurde ein maskierter Schauspieler an das seil gebunden und er trug eine „Blue-Screen Hose“.



TWD-Szene 2 Abb. 25

Die „Blue-Screen Hose“ wurde ausgekeyed und anschließend gegen ein 3D-Modell mit einer Physiksimulation der Gedärme im Zombie ausgetauscht. Der Untergrund unter der aufgeplatzten Stelle wurde ebenfalls verändert so, dass es so aussieht, als würden Körpersäfte aus dem Körper austreten.



TWD-Szene 3 Abb. 26 - Die Gedärme des Zombies sind als Drahtgitter zu sehen.

Eine solche Szene wäre auch ohne 3D-Modelling möglich gewesen, zum Beispiel mit Hilfe einer Puppe oder eines kleinen Schauspielers. Die Maskenbildner sind so gut, dass sie eine realistisch aussehende Gedärme Rissstelle anfertigen hätten können. Bei „The Walking Dead“ ist aber auch die Zeit beim dreh ein bedeutender Faktor. Die 10 Staffel starke Serie hatte straffe Deadlines und ein begrenztes Budget. Um Zeit und Geld (Für Maskenbildner, große Bühnensets etc.) zu sparen wurde viel auf Videoeffekte und die Nutzung von 3D Modellen gesetzt.



TWD-Szene 4 Abb. 27 - Die Finale Szene mit dem halbierten Zombie.

<sup>24</sup> Nach Stargate Studios

### 5.3 (Unreal Engine) Star Wars – The Mandalorian - Staffel 1 Folge 2 – „Mando mit Grogu“<sup>25</sup>

In der Serie aus dem Star Wars Universum “The Mandalorian“ spielt 3D-Modelling eine große Rolle.

Die Reise der Hauptfigur von Planet zu Planet und die damit verbundenen schnellen Szenenwechsel erschwerten das Suchen für die Locations für die Drehs. Man beschloss komplett auf echte Szenerien zu verzichten und sich eine digitale Lösung einfallen zu lassen.



SW-TM-Szene 3 Abb. 28 - Hauptfigur vor einer mutmaßlich "echten" Gesteinswand.

Die Lösung bietet die Nutzung eines 270 Grad Bildschirms und dem Nutzen der Unreal Engine 4. Der 270 Grad LED-Bildschirm, welcher hier beim Dreh benutzt wurde, zeigt je nach Wunsch der Produzenten 3D Kulissen von den unterschiedlichsten Planeten und Atmosphären an. Diesen Ansatz kennt man von Greenscreens, aber der LED-Bildschirm ermöglicht den Schauspielern ein viel immersiveres Eintauchen in die Szene. Außerdem müssen Reflektionen in Rüstungen, Raumschiffen etc. nicht im Nachhinein eingefügt werden, sondern sind echte Reflektionen des Bildschirms. Die Landschaft, welche auf dem Bildschirm gezeigt wird, steht aber nicht still. Sie ist keine einfache Kulisse. Durch die Bewegung der Kamera ändert sich auch die Perspektive die auf dem LED-Bildschirm abgebildet wird. Dies erzielt



SW-TM-Szene 6 Abb. 29 - Der 270 Grad LED-Bildschirm um das gesamte Set.



SW-TM-Szene 5 Abb. 30 - Mischung aus echter Szenerie und digitalem Hintergrund.



SW-TM-Szene 4 Abb. 31 - Die Bearbeitung der Szene in Echtzeit in der Unreal Engine. (rechts im mittigen Vorschaufenster: Vorschau für die Landschaft; rechts unten auf kleinen Bildschirmen: die Szene aus Kamera Sicht.)

<sup>25</sup> Nach Insider

man durch die Nutzung der Unreal Engine<sup>26</sup> welche die Bewegung in Echtzeit trackt und im 3D Programm umsetzt.

Dies führt zu einer hohen Präzision und Flexibilität bei der Gestaltung der Kameraführung und -bewegungen, was die Serienproduktion erheblich vereinfacht.



SW-TM-Szene 7 Abb. 32 - Das Set der Szene mit Kamera, LED-Bildschirm (unten rechts: der Hintergrund gerendert aus der Unreal Engine)

Ein weiterer Vorteil der Unreal Engine ist die Möglichkeit, eine Vielzahl an speziellen Effekten und Funktionen hinzuzufügen, die das Aussehen und die Atmosphäre der 3D-Szenen verbessern. Hierbei kann es sich beispielsweise um Partikeleffekte, Schatten und Beleuchtung handeln. Durch die Verwendung von Real-Time-Rendering-Technologien kann die Unreal Engine diese Effekte und Funktionen in Echtzeit berechnen, wodurch die Serienproduktion beschleunigt wird.



SW-TM-Szene 8 Abb. 31.1 - Eine realistische Wüste in Echtzeit in der Unreal Engine.

<sup>26</sup> Nach Amanda Yeo



## 6. Fazit

3D Modelling ist ein wichtiger Bestandteil der Filmindustrie geworden. Es wird benutzt, wenn Szenen aus verschiedensten Gründen (Zeit, Geld, Physikalische Unmöglichkeit) nicht umsetzbar sind. Das Potential ist unendlich groß und gerade aktuell im neuen Avatar „Way of Water“ sehen wir wie es eingesetzt werden kann um den Zuschauer in Welten weit, fernab der unseren zu bringen.

Der Modelling Prozess ist kompliziert und es muss viel beachtet werden, um ein gutes Ergebnis am Ende zu erzielen. Ich musste mich für den Dreh der Testsequenz zu dieser Facharbeit welche bald auf meinem YouTube Kanal ([www.youtube.com/@JanDirkHunold](http://www.youtube.com/@JanDirkHunold)) erscheint selber fortbilden und meinen Horizont erweitern um ein 3D Modell in mein Videomaterial einbinden zu können. Ich bin dabei auf viele Probleme gestoßen, welche dem Zuschauer gar nicht bewusst sind, wenn sie eine Szene mit 3D Modelling sehen.

Zu meinen begegneten Herausforderungen zählten unter anderem die Ungenauigkeit des Kameratrackings und das Auseinandersetzen mit der 3D Software. Es ist bemerkenswert, wie komplex der Umgang mit 3D Modellen ist. Auch die realistische Texturierung der Modelle war nicht leicht und benötigte viele Tests und die Erstellung der unterschiedlichsten Materialien.

Die Technologie, die für 3D Modelling genutzt wird, hat in den Jahren immer weitere Fortschritte gemacht. Eine immer wichtigere Rolle bei der Verwendung von 3D Modelling spielt die Verwendung von Engine-Software wie Unreal Engine, die es ermöglicht, die erstellten Modelle in Echtzeit zu animieren und darzustellen. Dies ermöglicht eine bessere Kontrolle über die Bewegungen und Interaktionen der Modelle innerhalb der virtuellen Welt, was die Filmproduktion erheblich vereinfacht. Zudem wird die Verwendung von 3D Modelling auch immer häufiger im Zusammenhang mit innovativen Technologien wie Virtual Reality und Augmented Reality eingesetzt, um ein noch realistischeres Film-Erlebnis zu schaffen. Insgesamt lässt sich sagen, dass die Verwendung von 3D Modelling ein wichtiger Trend in der Filmindustrie ist, der kontinuierlich an Bedeutung gewinnt. Es ermöglicht den Filmemachern, ihre Visionen mit höherer Präzision und Realismus umzusetzen und bietet dem Publikum ein immer immersives und unvergessliches Film-Erlebnis.

Ich bin sehr gespannt wie sich die Technologie noch in der Zukunft weiterentwickelt und welche neuen Chancen aber auch Herausforderungen sich



*Cinema 4D 6  
Abb. 33 -  
Texturen für das  
Raumschiff 3D  
Modell.*



bilden können. Gerade die immer komplexeren Darstellungen und die immer länger werdenden Renderzeiten lassen auf immer höher werdende technische Anforderungen schließen.

---

Sehr geehrte Lesende,

ich hoffe, dass diese Facharbeit Ihnen einen Einblick in die Welt des 3D Modelling in Filmen geboten hat. Von der Entwicklung von 3D-Modellen und Texturen und deren Komposition in eine Sequenz über die Verwendung von komplexen Tools wie der Unreal Engine bis hin zur finalen Anwendung auf dem Bildschirm haben wir einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der Technik gegeben.

Es ist faszinierend zu sehen, wie viel Arbeit und Kreativität in die Gestaltung von 3D-Szenen und Effekten steckt und wie sich die Technologie im Laufe der Zeit weiterentwickelt hat. Die Möglichkeiten, die 3D Modelling in der Filmbranche bietet, sind fast unbegrenzt und es ist spannend zu sehen, wohin sie sich in Zukunft weiterentwickeln werden.

Ich danke Ihnen für Ihr Interesse und Ihre Zeit, die Sie sich für die Lektüre dieser Facharbeit genommen haben. Wenn Sie Fragen oder Anregungen haben, stehe ich Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,

Jan Dirk Hunold

---

#### Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe, dass ich sie zuvor an keiner anderen Hochschule und in keinem anderen Studiengang als Prüfungsleistung eingereicht habe und dass ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder aus anderweitigen fremden Äußerungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift



## Quellenverzeichnis

1. **3D Ace.** WHAT IS CGI ANIMATION AND HOW CAN IT BE USED? [Online] [Zitat vom: 23. 01. 2023.] <https://3d-ace.com/blog/what-is-cgi-animation/>.
2. **Allison.** The Advantages and Disadvantages of Using CGI in the Film Industry. [Online] [Zitat vom: 18. 01. 2023.] <https://icoginix.com/advantages-and-disadvantages-of-using-cgi-in-the-film-industry/>.
3. **Oblique FX.** Arrival - VFX Breakdown by Oblique FX (2016). [Online] [Zitat vom: 22. 01. 2023.]
4. **Hudecki, Sam.** *Arrival Storyboard Excerpts.*
5. **Nuke Tutorials.** An Essential Guide to Different Types of Motion Tracking. [Online] [Zitat vom: 29.. 01. 2023.] <https://learn.foundry.com/course/6294/view/an-essential-guide-to-different-types-of-motion-tracking>.
6. **BERGREN, JORDAN.** Mixing After Effects and Cinema 4D. [Online] [Zitat vom: 28. 01. 2023.] <https://www.schoolofmotion.com/blog/mixing-after-effects-and-cinema-4d>.
7. **Optitrax.** [Online] [Zitat vom: 28. 01. 2023.] <https://optitrack.com/>.
8. **Bart.** AFTER EFFECTS UND CINEMA 4D LITE. [Online] [Zitat vom: 29. 01. 2023.]
9. **Stargate Studios.** CGI VFX Breakdown HD "The Walking Dead" by Stargate Studios | CGMeetup. [Online] [Zitat vom: 25. 01. 2023.]
10. **3D Fluff.** Sculpting in Cinema 4D R19 Crash Course. [Online] [Zitat vom: 20. 01. 2023.]
11. **3D Learning Hub.** Top of the easiest 3D modeling software in 2022. [Online] [Zitat vom: 28. 01. 2023.] <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/3d-printing-software/easiest-3d-modeling-software/>.
12. **Insider.** Why 'The Mandalorian' Uses Virtual Sets Over Green Screen | Movies Insider. [Online] Lucasfilm Fairview Entertainment Golem Creations. [Zitat vom: 28. 01. 2023.]
13. **Arash Naghdi, Payam Adib.** 3D ANIMATION. *What is 3D modeling in animation and how should we start the workflow?* [Online] [Zitat vom: 27. 01. 2023.]
14. **Frangella, Sean.** 3D Tracking & Compositing Tutorial (After Effects & Cinema 4D) - Sean Frangella. [Online] [Zitat vom: 20. 01. 2023.]
15. **FutureLearn.** What is 3D modelling and what is it used for? [Online] [Zitat vom: 28. 01. 2023.] <https://www.futurelearn.com/info/blog/general/what-is-3d-modelling#:~:text=3D%20modelling%20is%20the%20process,size%2C%20shape%2C%20and%20texture..>
16. **Lewis, Irene.** 3D Model Creation. *5 Basic Stages of the Process.* [Online] [Zitat vom: 29. 01. 2023.]



17. **PAUL, JOHNATHAN.** 6 Ways to Motion Track in After Effects. [Online] [Zitat vom: 29. 01. 2023.] <https://www.schoolofmotion.com/blog/motion-tracking-in-after-effects>.

18. **Stanek, Szymon.** The Stages of Creating a 3D Model. [Online] CGHero. [Zitat vom: 28. 01. 2023.] <https://cghero.com/articles/stages-of-creating-3d-model>.

19. **Yeo, Amanda.** The secret to the incredible landscapes of 'The Mandalorian': Epic Games' Unreal Engine. *I want this technology for my bedroom walls, please.* [Online] [Zitat vom: 23. 01. 2023.]

20. **Lopez, Maik.** Bedeutung und Umsetzung von Visual Effects in Filmen anhand des Beispiels Life of Pi: Schiffbruch mit Tiger. [Online] [Zitat vom: 18. 01. 2023.] <https://prezi.com/b2-oqgz14fhs/von-maik-lopez/>.

## **Abbildungsverzeichnis – Abbildungen Alphabetisch geordnet.**

### 0. After Effects:

After Effects 1 Abb. 12 - Das 3D Modell des Raumschiffes über den Videoebenen. ....	14
After Effects 2 - Die Kamerabewegung wird mit Trackpunkten erfasst, um die Bewegungen der Kamera auf das Raumschiff zu übertragen. ....	15

### 1. Arrival Filmszene und Behind the Scenes:

Arrival-Szene 1 Abb. 1 - Jeeps fahren auf das Raumschiff zu. ....	4
Arrival-Szene 2 Abb. 20 - Die Rohaufnahme der Drohne. ....	18
Arrival-Szene 3 Abb. 21.....	18
Arrival-Szene 4 Abb. 22.....	18
Arrival-Szene 5 Abb. 23.....	18
Arrival-Szene 6 Abb. 24.....	19

Arrival Raumschiff Konzepte 1 Abb. 6 - Man sieht, wie unterschiedlich die 3D Konzepte zu den Raumschiffen aus Arrival ursprünglich waren. ....	8
--	---

Arrival Storyboard 1 Abb. 4 - Man sieht eine grobe Skizzierung der Expedition in das Innere des Raumschiffes. ....	6
--	---

### 2. Cinema 4D:

Cinema 4D 1 Abb. 7 - Ein kapselförmiges Objekt dient als Grundform. ....	11
--	----



Cinema 4D 2 Abb. 8 - Durch das Halbieren und Modifizieren der Grundform, lässt sich schon eine grobe Form erkennen.....	12
Cinema 4D 3 Abb. 9 - Durch das Editieren des Objektes mit skulpting-Werkzeugen ist die Form noch besser zu erkennen. ....	12
Cinema 4D 4 Abb. 10 - Das Modell des Raumschiffes ist nach einigem Glätten bereit für die weitere Benutzung. ....	12
Cinema 4D 5 Abb. 11 - Das Raumschiff texturiert und beleuchtet, vor einem virtuellen Himmel.....	13
Cinema 4D 6 Abb. 33 - Texturen für das Raumschiff 3D Modell.....	23

### 3. Eigenes Filmbeispiel:

Eigene Beispiel Sequenz 1 Abb. 13 - Das Raumschiff liegt über der Szene, aber bewegt sich nicht mit der Kamera mit und ist außerdem nicht hinter der Hauptfigur, sondern "schwebt" davor.....	14
Eigene Beispiel Sequenz 3 Abb. 15 - Hauptfigur ausgekeyed, damit man ihn in den Vordergrund setzen kann. ....	15
Eigene Beispiel Sequenz 4 Abb. 16 - Hauptfigur vor dem Raumschiff + Raumschiff wirft Schatten.....	16
Eigene Beispiel Sequenz 5 Abb. 18 - Fehlerhaftes Licht und schlechte Texturen führen zum Bruch der Illusion in einer Szene. ....	16

### 4. Life of Pi Renderdaten:

Life of Pi - Beispiel 1 Abb. 19 - Die Renderzeiten für die real-getreuen 3D Modelle der Tiere im Film. ....	17
---	----

### 5. „Opti-Track“ Physikalischer Kameratracker:

Physikalischer Kamera Tracker 1 Abb.5 - Zeichnet die Bewegungen der Kamera in Koordinaten-Daten auf, um sie später in der Post zu verwenden.....	7
--	---

### 6. Star Wars – The Mandalorian Szene und Behind the Scenes:

SW-TM-Szene 1 Abb. 3 - Mando und Grogu vor einer Felswand. ....	5
SW-TM-Szene 2 Abb. 17 - Einzelne Effekt-Ebenen wie Staub und Himmel vor und hinter dem Raumschiff.....	16
SW-TM-Szene 3 Abb. 28 - Hauptfigur vor einer mutmaßlich "echten" Gesteinswand. ....	21
SW-TM-Szene 4 Abb. 31 - Die Bearbeitung der Szene in Echtzeit in der Unreal Engine. (rechts im mittigen Vorschaufenster: Vorschau für die Landschaft; rechts unten auf kleinen Bildschirmen: die Szene aus Kamera Sicht.) ....	21
SW-TM-Szene 5 Abb. 30 - Mischung aus echter Szenerie und digitalem Hintergrund. ....	21
SW-TM-Szene 6 Abb. 29 - Der 270 Grad LED-Bildschirm um das gesamte Set.....	21
SW-TM-Szene 7 Abb. 32 - Das Set der Szene mit Kamera, LED-Bildschirm (unten rechts: der Hintergrund gerendert aus der Unreal Engine) ....	22



SW-TM-Szene 8 Abb. 31.1 - Eine realistische Wüste in Echtzeit in der Unreal Engine..... 22

7. The Walking Dead Szene und Behind the Scenes:

TWD-Szene 1 Abb. 2 - Der Zombie wird aus dem Brunnen gezogen und zerreißt dabei. .... 4

TWD-Szene 2 Abb. 25..... 20

TWD-Szene 3 Abb. 26 - Die Gedärme des Zombies sind als Drahtgitter zu sehen. .... 20

TWD-Szene 4 Abb. 27 - Die Finale Szene mit dem halbierten Zombie..... 20