



**Hochschule
Augsburg** University of
Applied Sciences

Hochschule Augsburg

– Fachbereich Gestaltung –

**SearchWing – Ein Infofilm zu einer
autonomen Drohne**

Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science (M.Sc.)

vorgelegt von

Peter Baintner

Matrikelnummer: 2053464

Referent : Prof. Robert Rose
Korreferent : Prof. Michael Kipp

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | EINLEITUNG | 1 |
| 2 | KONZEPTION | 2 |
| 2.1 | Zielgruppe | 2 |
| 2.2 | Struktur | 2 |
| 2.3 | Animatic | 3 |
| 3 | PRODUKTION | 5 |
| 3.1 | Umgebung | 5 |
| 3.1.1 | Meer | 5 |
| 3.1.2 | Himmel | 9 |
| 3.1.3 | Segelboot | 11 |
| 3.2 | Drohne | 11 |
| 3.2.1 | Modellierung | 11 |
| 3.2.2 | Shading | 13 |
| 3.2.3 | Rigging | 14 |
| 3.3 | Animation | 15 |
| 3.4 | Spezialeffekte | 16 |
| 3.5 | Rendering | 17 |
| 4 | POSTPRODUKTION | 20 |
| 4.1 | Schnitt | 20 |
| 4.2 | Bauchbinden | 20 |
| 4.3 | Einfügen zusätzlicher Elemente | 22 |
| 4.4 | Colorgrading | 24 |
| 4.5 | Audio | 24 |
| 5 | FAZIT | 26 |
| | LITERATUR | 28 |

EINLEITUNG

Die stetig wachsende Komplexität von Produkten und ihrer Funktionen lässt Animationsfilmen als Erklär- und Marketingmedium immer mehr Bedeutung zukommen. Die Motivation Teile eines Filmes mit Computeranimationen zu ergänzen, kann unterschiedliche Gründe haben. Kosten ist hierbei der Grund, der meist als erstes aufkommt, da kein Kamerateam zu einem eventuell weit gelegenem Punkt anreisen muss, und in mühsamer Arbeit abfilmen muss. Im Zusammenhang mit Erklärfilmen ist jedoch die Realisierbarkeit ein viel wichtigerer Grund. So können in der Computeranimation abstrakte Zusammenhänge und nicht sichtbare technische Vorgänge für den Zuschauer einfach verständlich visualisiert werden. Im Rahmen dieser Abschlussarbeit wurde ein solche komplexes Produkt behandelt. Hierbei handelt es sich um eine autonome Suchdrohne, welche an der Hochschule Augsburg entwickelt wird. Die funktionsweise und die für den Einsatz nötigen Schritte zu beschreiben, war damit die anfängliche Zielsetzung. Die Erstellung des Filmes in der folgenden Arbeit ist in drei Teile untergliedert – Konzeption, Produktion und Postproduktion.

2

KONZEPTION

In diesem Kapitel wird das Konzept des Filmes erklärt. Hierzu gehören alle grundsätzlichen Entscheidungen, wie bspw. was soll im Film gezeigt werden, wie soll das gezeigt werden, und wem soll das gezeigt werden.

2.1 ZIELGRUPPE

Als Zielgruppe wurden Kunden anvisiert, für die es in Frage kommt die Drohne einzusetzen. Dabei soll diese Zielgruppe nach dem Film wissen, wie die Drohne konkret eingesetzt wird und welche Schritte hierfür nötig sind und mit welchem Aufwand ein Einsatz einhergeht.

Sekundär sollen auch an dem Projekt Interessierte und potenzielle Teammitglieder eine Zielgruppe sein. Dies hatte zur Folge, dass wenige Informationen noch ergänzend eingefügt wurden, um einem interessierten Zuschauer alle nötigen Informationen zu bieten.

Weil der Zielgruppe, die die Drohne einsetzt, wichtig ist, dass die Drohne nicht nur ein Konzept ist, sondern schon funktionsfähig im Einsatz ist, wurde die Entscheidung getroffen den Film auf schon vorhandenem Filmmaterial aufzubauen. Somit wird gezeigt, dass die Drohne schon gebaut wurde und funktionsfähig eingesetzt wird. Die Funktionsweise ist jedoch schwer bis gar nicht mit Filmmaterial darstellbar, weswegen ein Teil des Filmes mit Computeranimationen ergänzt wird. Beispiele für diese Erklärungen sind, was für einen Pfad das Flugzeug entlangfliegt, wie das Sichtfeld der Drohne aussieht. Außerdem ist die Drohne in Computeranimation auch im Flug gut darstellbar.

2.2 STRUKTUR

Es wurde in Rücksprache mit dem SearchWing-Team definiert, dass folgende sechs Punkte im Film in dieser Reihenfolge erscheinen sollen.

- Programmieren/Flugplan
- Zusammenbau
- Start
- Flug
- Landung
- Auswertung

Zusätzlich zu diesen sechse inhaltlichen Punkten wurden ein Intro und ein Outro mit ähnlicher Bildsprache eingefügt. Somit bekommt der Film einen

angenehmen Rahmen.

Wie unter [Abschnitt 2.1](#) beschrieben wurde vorhandenes Filmmaterial benutzt. Da dieses Material bereits geschnittenes Material von einem Rundfunkbeitrag war, standen nur relativ kurze Stücke von Szenen zur Verfügung. Um innerhalb dieser kurzen Zeit trotzdem alle gewünschten Informationen zu vermitteln, wurde entschieden, nicht mit einem Sprecher zu arbeiten, sondern mit Texteinblendungen. Diese benötigen deutlich weniger Zeit, da hier nur Stichpunkte gelesen werden müssen, und keine vollständige Sätze von einem Sprecher gesprochen werden müssen. Später wurde entschieden am Ende des Filmes, im Kapitel Auswertung, ein Rettungsfloß einzufügen, um am Ende eine erfolgreiche Story dem Zuschauer vermitteln zu können.

Die Kapitel Flug und Landung – abgesehen von Intro und Outro – sind die Teile des Filmes, welche mit Computeranimationen entstanden sind. Hierbei wurde entschieden, dass ein möglichst realistischer Look angestrebt wird, damit sich diese Teile möglichst gut in das Filmmaterial einfügen.

2.3 ANIMATIC

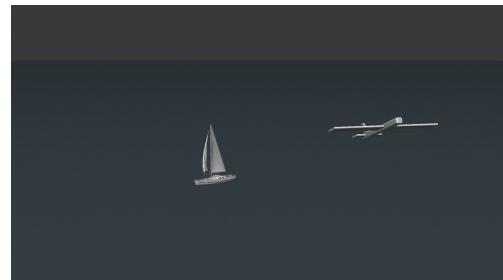
Die Teile Flug und Landung wurden in einem Animatic grob skizziert. Dies bedeutet, dass mit einfachen 3D-Modellen pro Kameraeinstellung ein Bild erstellt wurde, und für die Länge gezeigt wird, wie es auch später im Film gezeigt wird. Hierzu wurde das Modell eines Segelbootes importiert und ein stark vereinfachtes Modell eines Flugzeuges eingefügt. Anschließend konnten zu den Arten der Information passende Kameraeinstellungen definiert werden. So wird beispielsweise beim Steigflug des Flugzeuges die Höhe eingeblendet, oder bei der Fluggeschwindigkeit das Flugzeug etwas weiter von Hinten gezeigt.

Ebenso wurde bei den Kameraeinstellungen darauf geachtet, dass immer einer Referenz aus dem vorherigen Schnitt zusehen ist. Folgendermaßen ist am Anfang der Flugeinstellung das Segelboot noch zu sehen, genauso auch am Ende des Fluges.

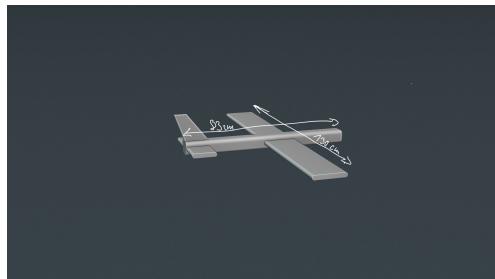
Für Intro und Outro wurden ein Flug über das Meer gewählt, um die Schwierigkeit der Suche eines vergleichsweise kleinen zu Rettenden darzustellen. Diese Bilder wurden in den ersten Zusammenschnitt des Filmmaterials eingefügt. Damit wurde ein erster Eindruck erschaffen, ob der Film funktioniert und alle nötigen Informationen transportieren kann. Später wurde die Reihenfolge der Informationen und der dazugehörigen Einstellungen geändert, um eine schlüssigere Reihenfolge zu realisieren.



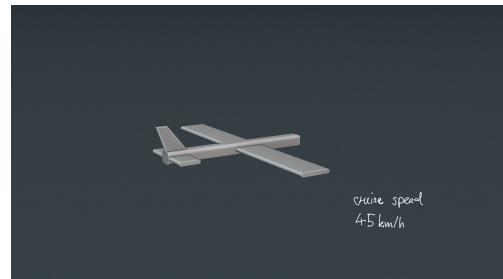
(a) caption



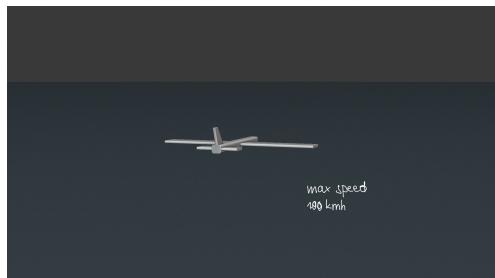
(b) caption



(c) caption



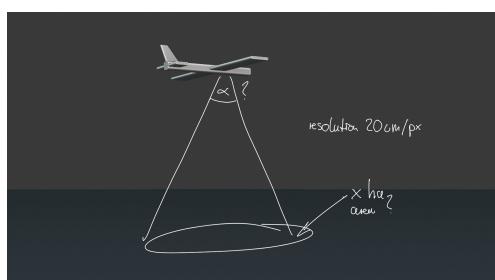
(d) caption



(e) caption



(f) caption



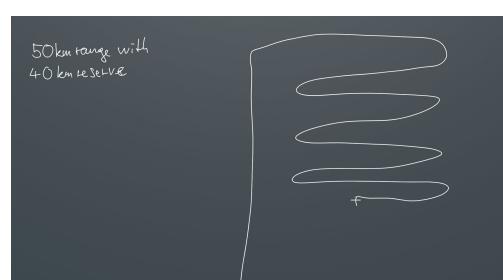
(g) caption



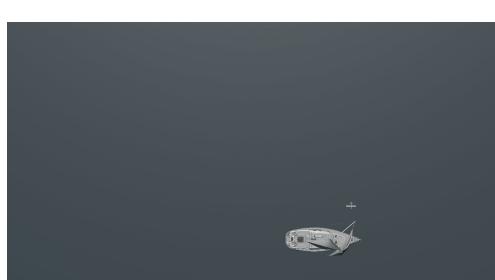
(h) caption



(i) caption



(j) caption



(k) caption



(l) caption

3

PRODUKTION

Nachdem der Erstellung des Konzeptes wird in diesem Kapitel die Produktion dargestellt. Unter Produktion wird in diesem Projekt die Erstellung von Modellen und der daraus resultierenden Renderings verstanden – die Videoproduktion wird hingegen nicht als Teil des Projektes verstanden.

3.1 UMGEBUNG

Zunächst wird auf die Erstellung der Umgebung eingegangen. Hierunter wird die virtuelle Welt verstanden, in der sich die Drohne bewegt. Hierzu gehören das Meer, das Segelboot und der Himmel.

3.1.1 *Meer*

Als wichtigster Baustein der Umgebung wurde ein hoher Aufwand in die Erstellung des Meeres gesteckt. Hierbei war eine Herausforderung, dass durch die vergleichsweise große Flughöhe der Drohne weite Teile des Meeres gezeigt wurden, aber auch gleichzeitig nähere Aufnahmen im Intro oder auch bei der Landung gemacht wurden. Folglich musste das Material eine ausreichende Detailauflösung für Nahaufnahmen bei gleichzeitig nicht offensichtlicher Wiederholung haben. Ebenso sollten sich die Meereswellen bewegen.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurden Meerestexturen generiert, welche animiert sind. Der Ausschnitt einer einzelnen Textur ist unter [Abbildung 3.1](#) zu sehen.

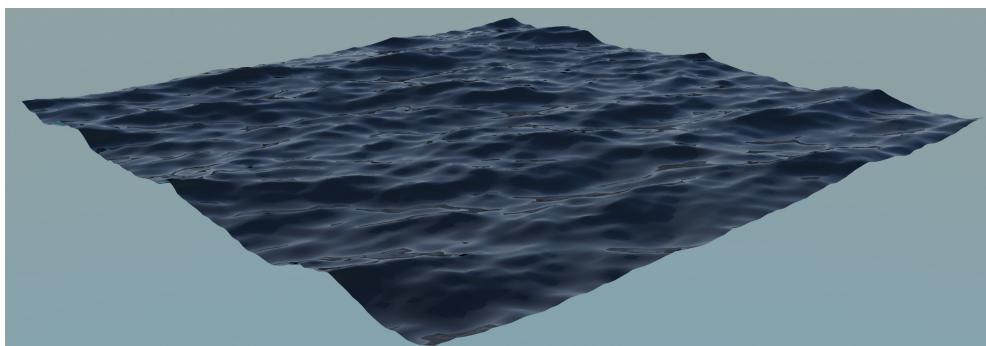


Abbildung 3.1: einzelne Textur als Displacement Map angewendet

Wenn man nun diese Textur wiederholt zeigen würde, wären Artefakte leicht sichtbar, wie in [Abbildung 3.2](#) zu sehen ist.

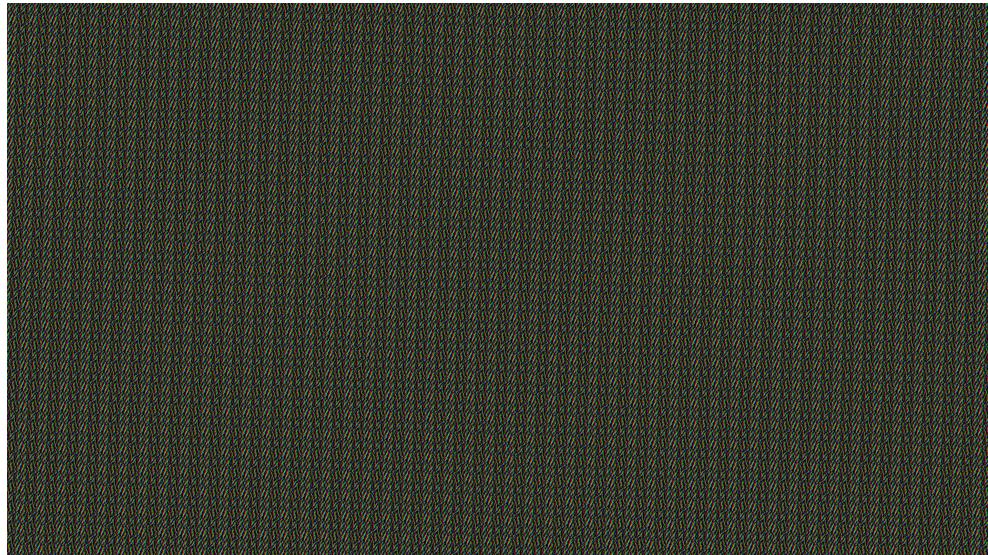


Abbildung 3.2: einzelne Textur gekachelt

Aus diesem Grund wurden vier unterschiedliche Texturen generiert, welche jeweils zweimal geladen wurden. Diese insgesamt acht Texturen wurden unterschiedlich rotiert skaliert, verschoben, und anschließend übereinander gelegt, damit die nötige Varianz entsteht. Diese problemlos skalierbare Textur ist in [Abbildung 3.3](#) zu sehen.

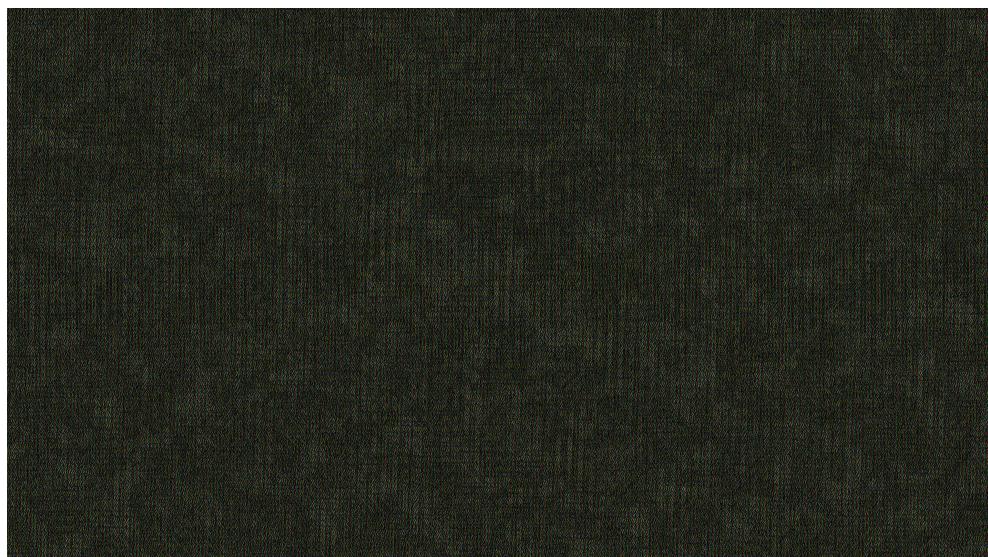


Abbildung 3.3: unterschiedliche Texturen gekachelt

Mit einer zusätzlichen prozeduralen Textur wurde die Intensität der Wellen eingestellt und damit simuliert, dass aufgrund unterschiedlicher Windstärken an unterschiedlichen Orten unterschiedlich starke wellen vorhanden sind. Das Ergebnis der bisherigen Texturen ist in [Abbildung 3.4](#) zu sehen.

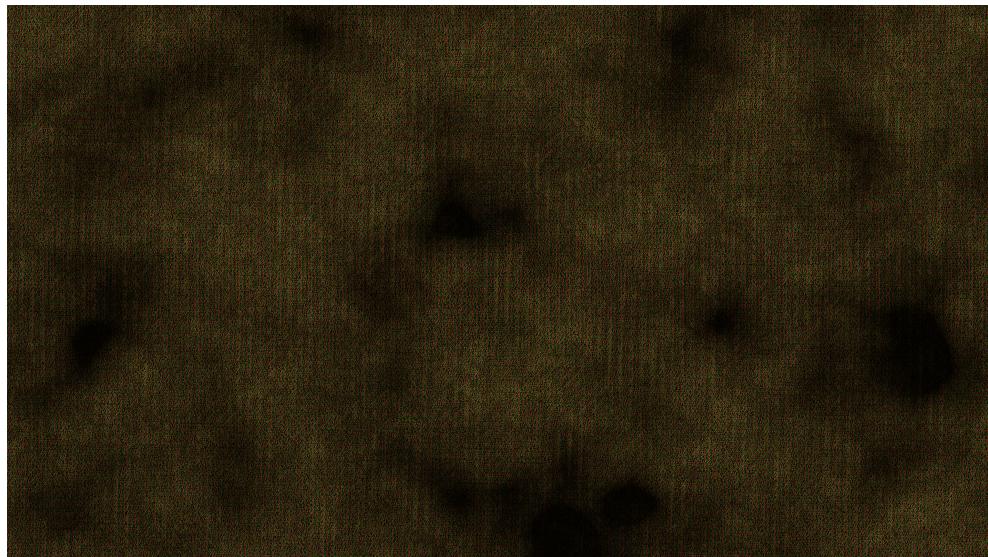


Abbildung 3.4: Unterschiedliche Intensitäten der Texturen

Als letzter Part der Wellen wurde noch eine Textur über die bisherigen gelegt. Die in [Abbildung 3.5](#) abgebildete Textur stellt das Kielwasser des Segelbootes dar [1]. Die Position dieser Textur ist daher auch an die Position des Segelbootes gekoppelt.

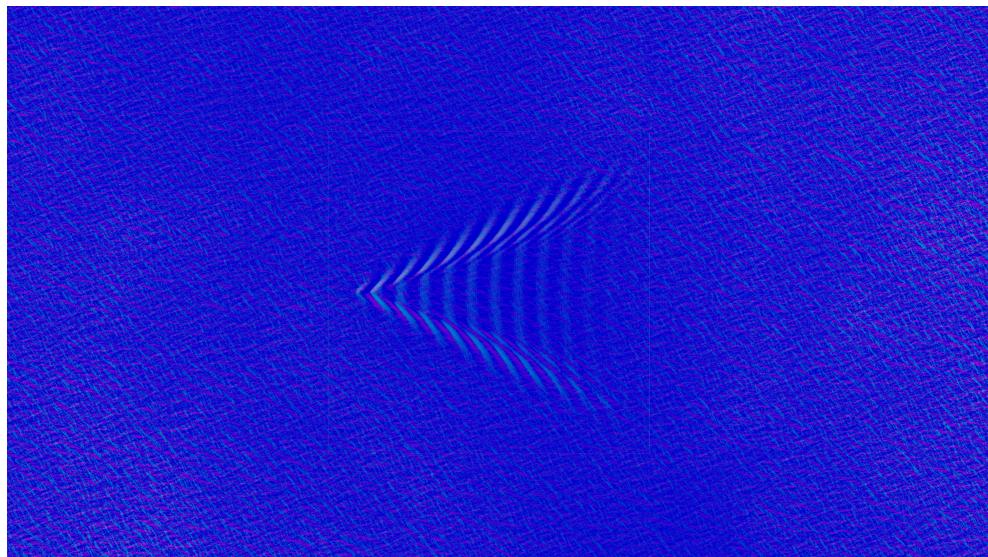


Abbildung 3.5: Kielwasser des Segelbootes als Normal Map

Weiterhin wurde dem Meer eine leichte farbliche Varianz gegeben, wie in [Abbildung 3.6](#) zu sehen ist.



Abbildung 3.6: Farbvariationen des Meeres

In einem weiteren Schritt wurde der Dunst mit einer unüblichen Technik dargestellt. Üblicherweise wird dieser dargestellt, indem mit steigender Entfernung eines Punktes dieser mit der Farbe des Hintergrundes gemischt wird [9]. Da hier das Meer als einziges Objekt von der Kamera weit entfernt genug war, wurde dieser Effekt direkt im Shader abgebildet. Hierbei wird mit einem radialen Gradienten, welcher die Position der Kamera hat, zwischen dem Shader des Meeres und einem transparentem Shader gemischt. Dieser Gradient ist in [Abbildung 3.7](#) sichtbar.

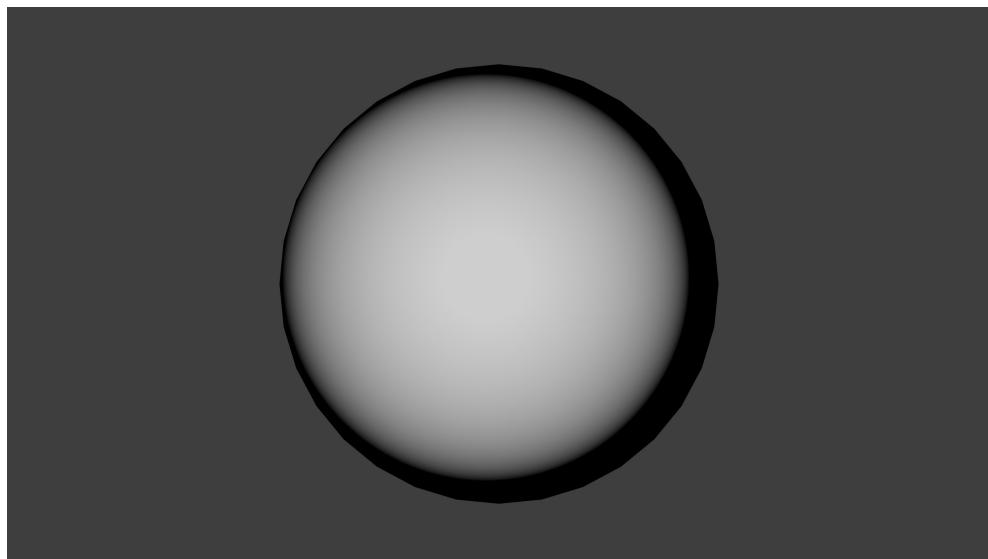


Abbildung 3.7: Gradiententextur für Dunstsimulation

Der gesamte Aufbau des Shaders in Blender.

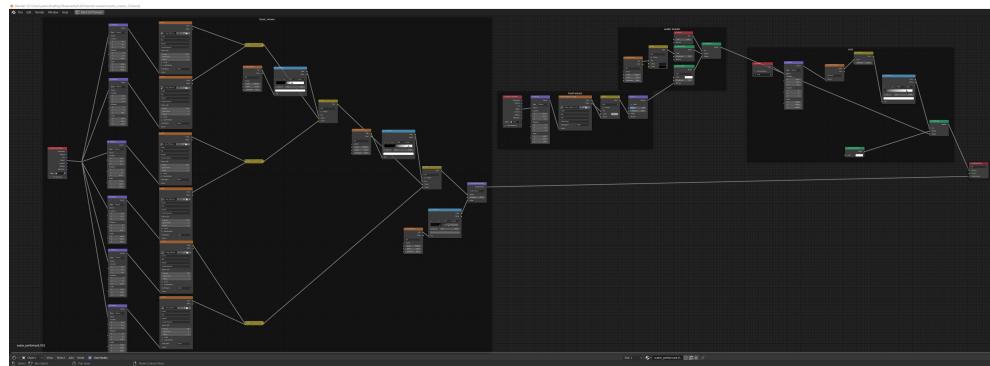


Abbildung 3.8: Übersicht über Shaderaufbau

3.1.2 Himmel



Abbildung 3.9: Unterschiedliche Schritte des Himmels

Der Hintergrund, bzw. der Himmel war das zweite wichtige Standbein der Umgebung. Die Schwierigkeit war hierbei, dass die Filmaufnahmen zu unterschiedlichen Zeitpunkten erstellt wurden. Damit musste ein Kompromiss aus

Bewölkung und Sonnenstand gemacht werden. Die Entscheidung fiel hierbei auf die Textur links in [Abbildung 3.9 \[4\]](#). Diese Textur hat eine sehr hohe Qualität und passt ebenfalls sehr gut zum Filmmaterial. Nachteil der Textur war, dass einige Bäume über dem Horizont noch sichtbar sind. Deswegen wurde im Bereich des Horizontes eine andere Textur [\[5\]](#), die grundsätzlich nicht so gut zum Filmmaterial passt, verwendet (siehe [Abbildung 3.9](#), zweite Spalte). Durch die vergleichsweise hohe Flughöhe der Drohne, sieht man jedoch etwas tiefer als der Horizont in der Textur geht. Dies hatte zur Folge, dass der schwarze Bereich sichtbar war. Dies wurde umgangen, indem hier anstatt des schwarzen Bereiches eine vertikal skalierte Version gezeigt wurde (siehe dritte Spalte).

Diese drei Texturen bilden abschließend den fertigen Himmel, wie in der vierten Spalte zu sehen ist. In der fünften und letzten Spalte ist als Vergleich das Meer zusätzlich eingefügt.

3.1.3 Segelboot



Abbildung 3.10: Segelboot mit Materialien

Das heruntergeladene CAD-Modell des Segelbootes wurde in Blender importiert und mit passenden Materialien versehen [2]. Auf das Segel wurde ein Bild eines Segelbootes projiziert, damit die Struktur und die Nähte sichtbar sind [11]. Anschließend wurden zwei Modelle von Menschen hinzugefügt [10]. Das Ergebnis des Bootes ist in Abbildung 3.10 abgebildet.

3.2 DROHNE

3.2.1 Modellierung

Als Grundlage für das Modell der Drohne hat ein Fotoscan gedient. Hierzu wurden mit einem Smartphone etwa 250 Fotos der Drohne für zwei Scans angefertigt – einmal von oben und einmal von unten. Anschließend wurden die Bilder

in die Fotoscansoftware Meshroom geladen und zu einem texturierten 3D-Modell gewandelt. Dieser Vorgang ist in [Abbildung 3.11](#) und [Abbildung 3.12](#) dargestellt. Leider wurden von der Seite des Modells nicht ausreichend Bilder erstellt, sodass teilweise ein Spalt vorhanden war, wie in [Abbildung 3.13](#) zu sehen ist.

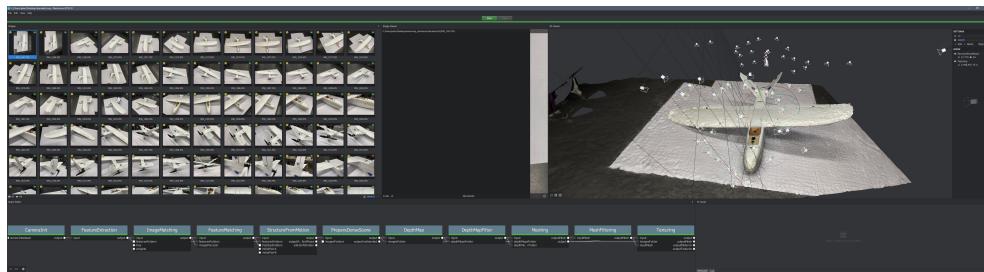


Abbildung 3.11: Fotoscan in Meshroom, Drohne von oben



Abbildung 3.12: Fotoscan in Meshroom, Drohne von unten

Für den Rumpf wurde ein CAD-Modell bereitgestellt, der nur leicht nachbearbeitet werden musste. Flügel und Leitwerke wurden selbst modelliert. Die übrigen Kleinteile, wie Servomotoren [8], Propeller [7], Elektromotor [3] und Schalter [6] wurden ebenfalls als CAD-Daten importiert, und anschließend mit Materialien versehen.

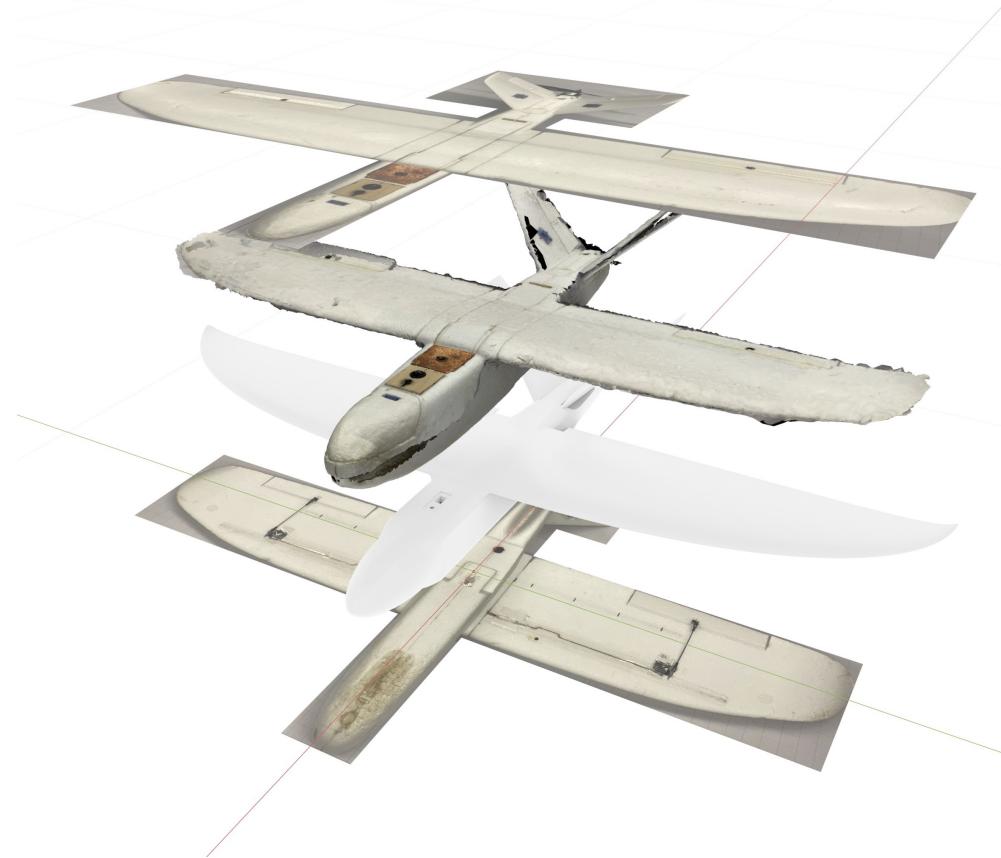


Abbildung 3.13: Unterschiedliche Schritte der Modellierung

3.2.2 *Shading*

prozedurale voronoi textur als basis für das Styropor. dies war wichtig, da eine vernünftige uv-layer nicht angelegt werden konnte, da die topologie an dem cad-import sich hierfür schlecht geeignet hat mit glossy shader und subsurface scattering konnte der nötige Realismus erreicht werden. die restlichen objekte waren ganz gewöhnlich geshadet

hinweis auf intro text unterschiedliche textgrößen, damit klar ist, dass titel untertitel und keine information weißter text mit milchglassähnlichem rahmen damit zu restlichen film durchgängiger look ist

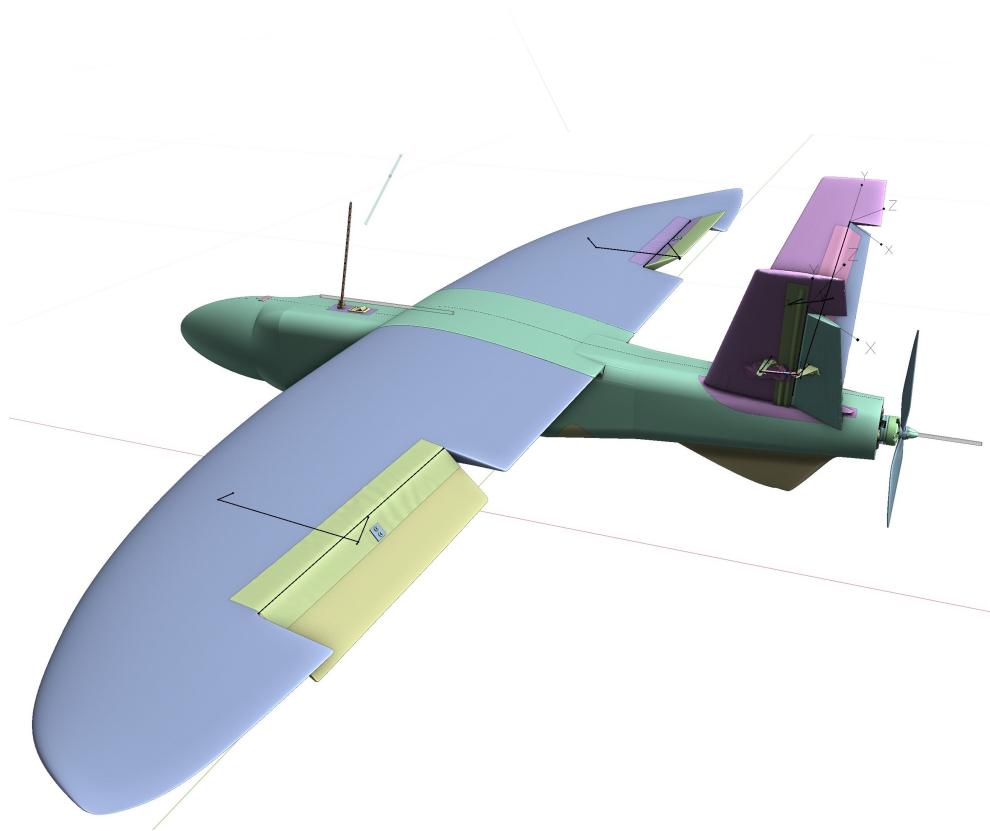
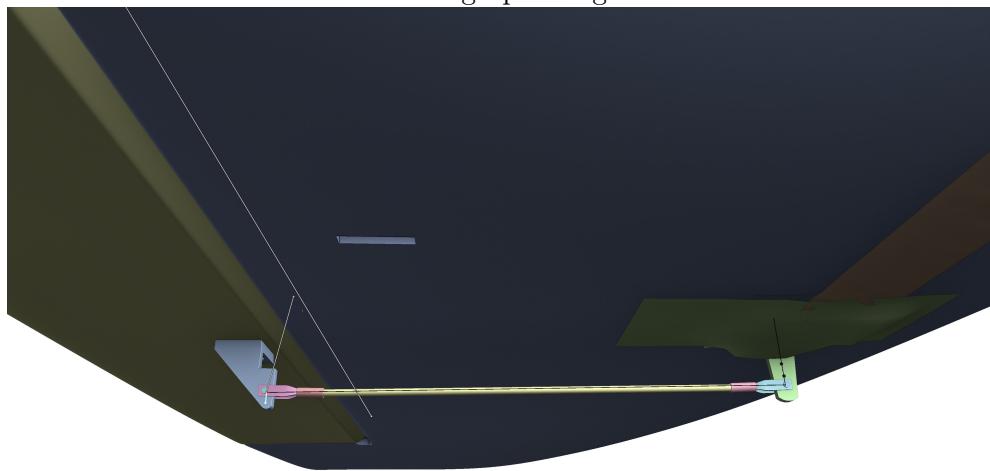


was den look angeht, wurde ein möglichst realistischer angestrebt, damit sich die gerenderten szenen sich möglichst gut in den film integrieren und der zuschauer nicht von unterschiedlichen looks verwirrt ist

3.2.3 Rigging

Die Gelenke der Servomotoren wurden mit einem inverse-kinematik rig versehen. Somit haben sich die Stangen und auch der Hebel an dem Servomotor mitbewegt. am ende waren die bewegungen der Servomotoren nur abhängig von einem einzigen bone, der wie ein steuerruder bei einem flugzeug funktioniert hat. wurde der Steuerknüpel nach vorne geneigt, haben sich bspw. die

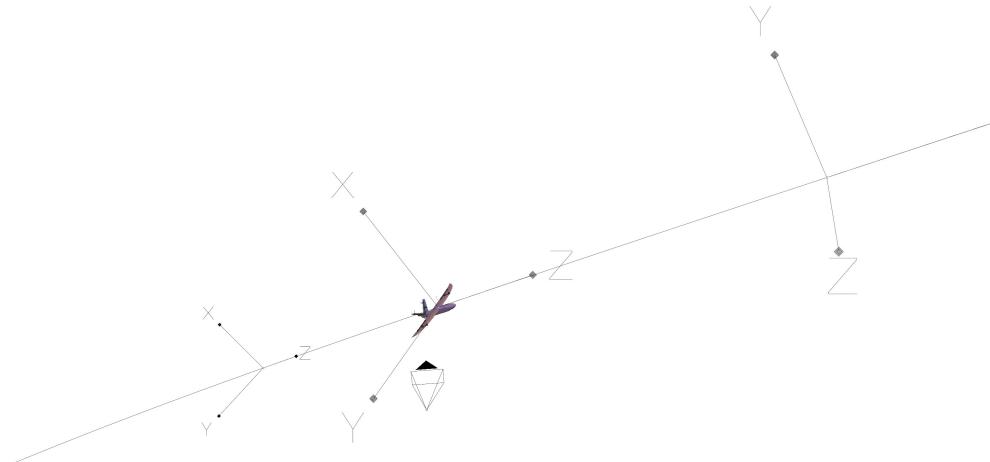
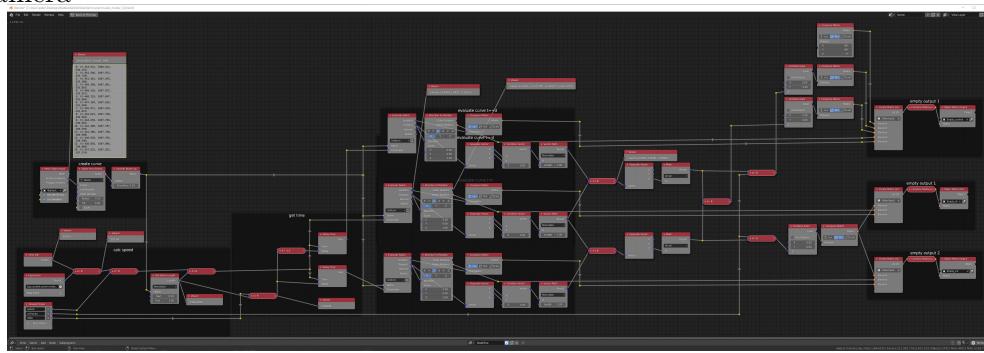
hinteren beiden leitwerk nach unten bewegt die klebebänder müssen sich entsprechend deformieren. daher hier weightpainting



3.3 ANIMATION

animation nodes setup: Flugzeug bewegt sich der gegebenen kurve entlang und stellt neigung und die Klappenstellung automatisch ein kamera wurde klassisch gekeyfрамet hinweis auf realismus: im flug war es nicht so wichtig, dass die kamera sich "realistisch"bewegt, da hier wenig referenzen vorhanden

sind. Selbst wenn welche vorhanden sind, dann hat man flugzeuge im formationsflug im kopf, welche sich sehr konstant bewegen. Im gegensatz dazu wurde im shot mit der landung extra das Boot eingefügt, sowie eine schaukelnde bewegung, um den zuschauer das gefühl zu vermitteln, dass man sich jetzt wieder auf dem boot befindet. besonderheit hierbei war, dass ein child-of constraint in die kamera eingefügt wurde, welches von der position des flugzeuges abhängig ist. so bewegt sich die position der kamera mit dem flugzeug mit, aber es dreht sich nicht mit. zusärtlich zu diesem constraint wurden keyframes eingefügt, so dass die kamera sich praktisch relativ zum flugzeug bewegt. dies war eine sehr große erleichterung bei der erstellung der animation auch weil wenn sich die position des flugzeuges durch bspw. anpassen des pfades, die kamera immernoch beim flugzeug geblieben ist. manuelle keyframe animation für landung + kamera



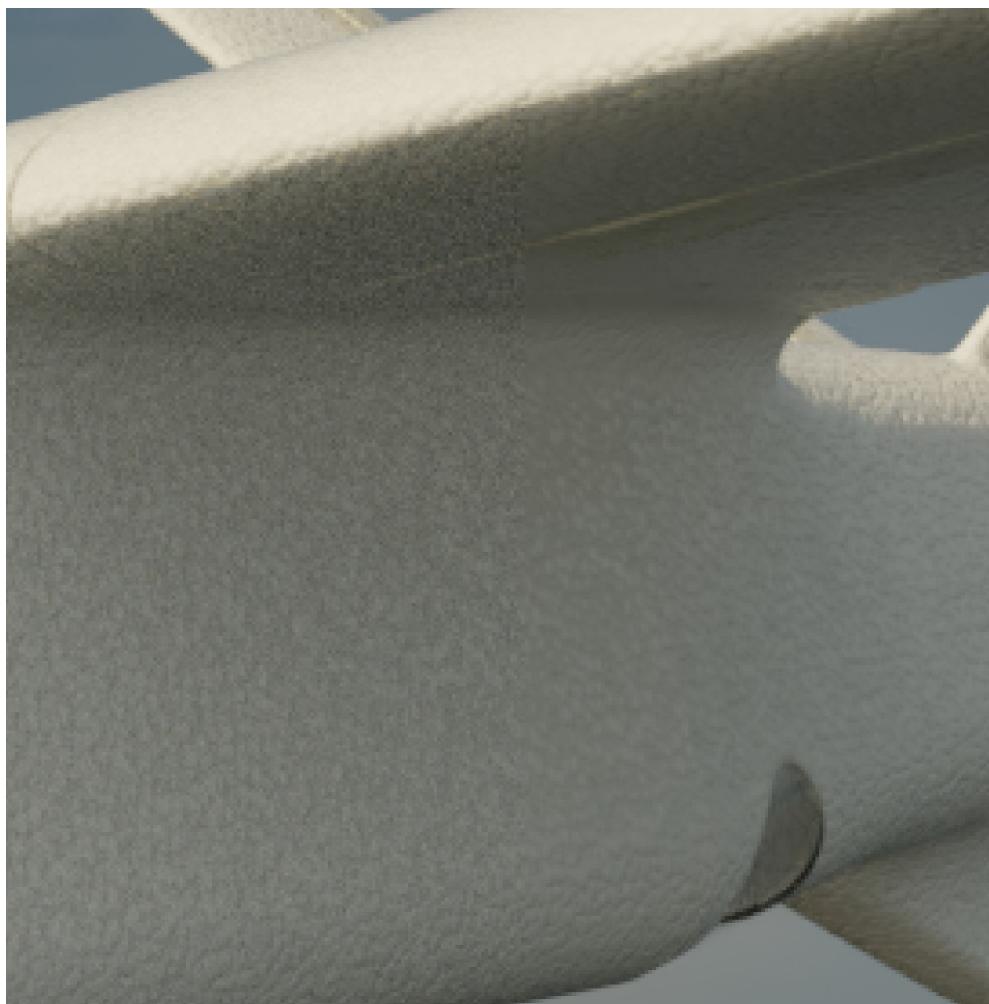
3.4 SPEZIALEFFEKTE

partikelsystem für landung



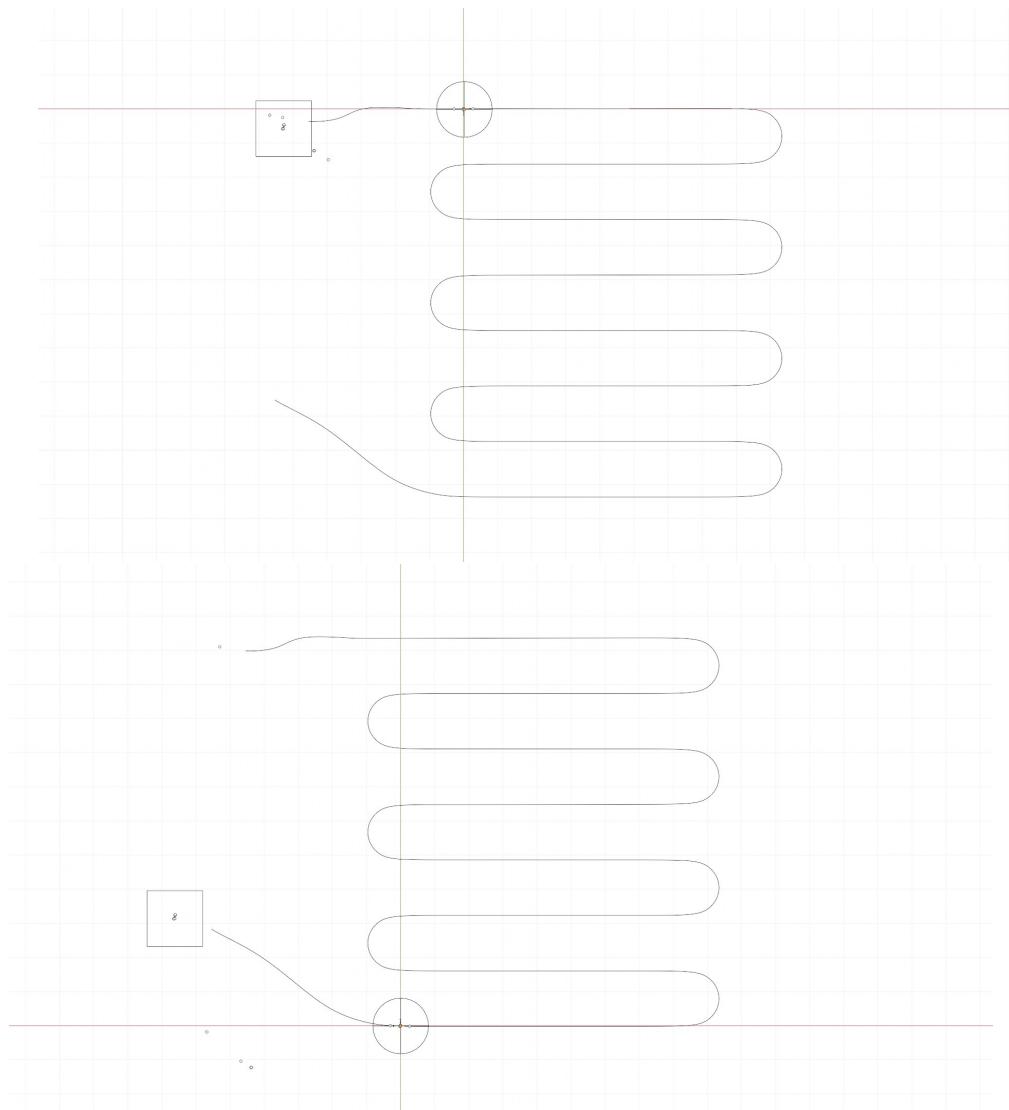
3.5 RENDERING

rendering in der cycles engine da ein schönes visuelles ergebnis hier leichter zu erreichen ist wie in eevee mehr realistismus -> wichtig, da 3d in realfilm integriert wird denoising wurde über export von multilayer openexr möglich gemacht also nach dem rendering wurden die bildern denoist



einriger nachteil dieses workflows sind die sehr großen datenmengen. somit hatten alle gerenderten bilder mit versionen eine datenmenge von etwa 1,2 TB in den insgesamt 5 szenen (intro, flug erster teil, flug zweiter teil, landung und outro) etwa 1550 Bilder. mit einer renderzeit von etwa 1,5 Minuten pro bild, belief sich die renderzeit pro iteration auf knapp 40 Stunden.

probleme von genauigkeiten beim rendern weil single float precision umso näher am urpsorung umso besser daher wurden die szenen mit keyframes nach bedarf verschoben

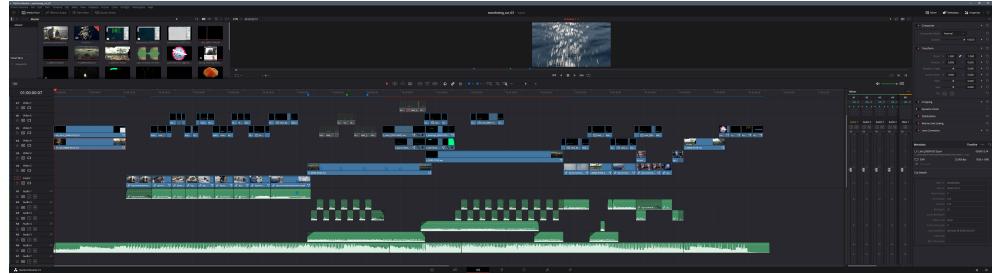


4

POSTPRODUKTION

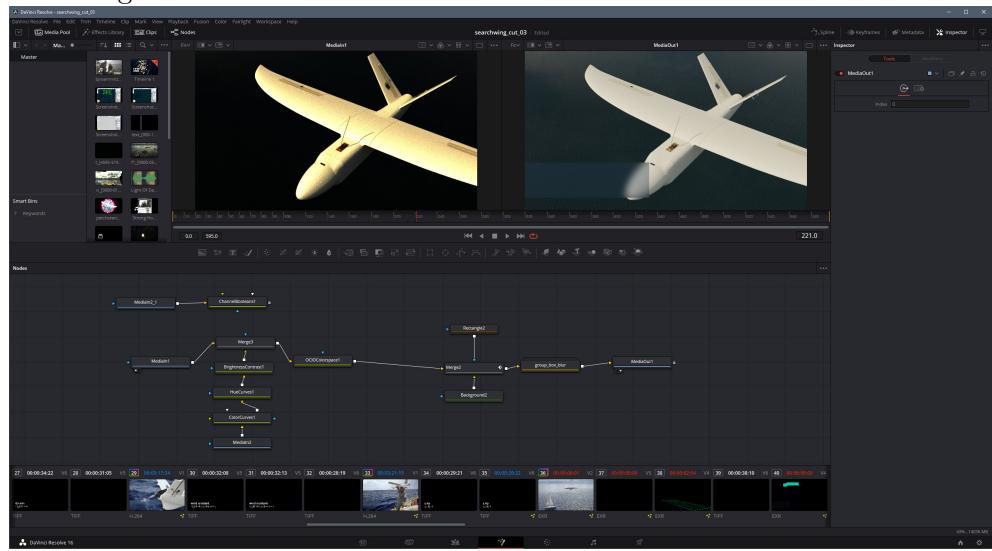
4.1 SCHNITT

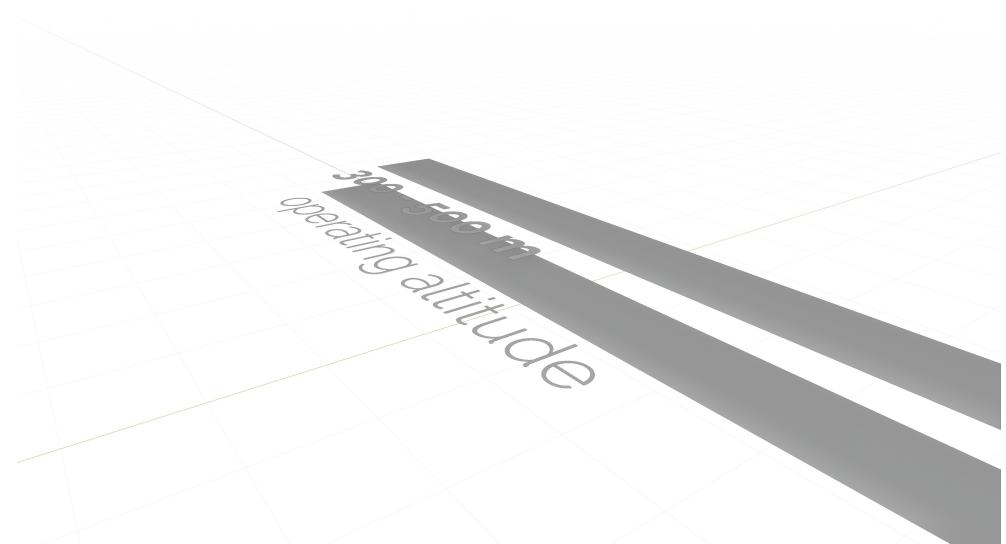
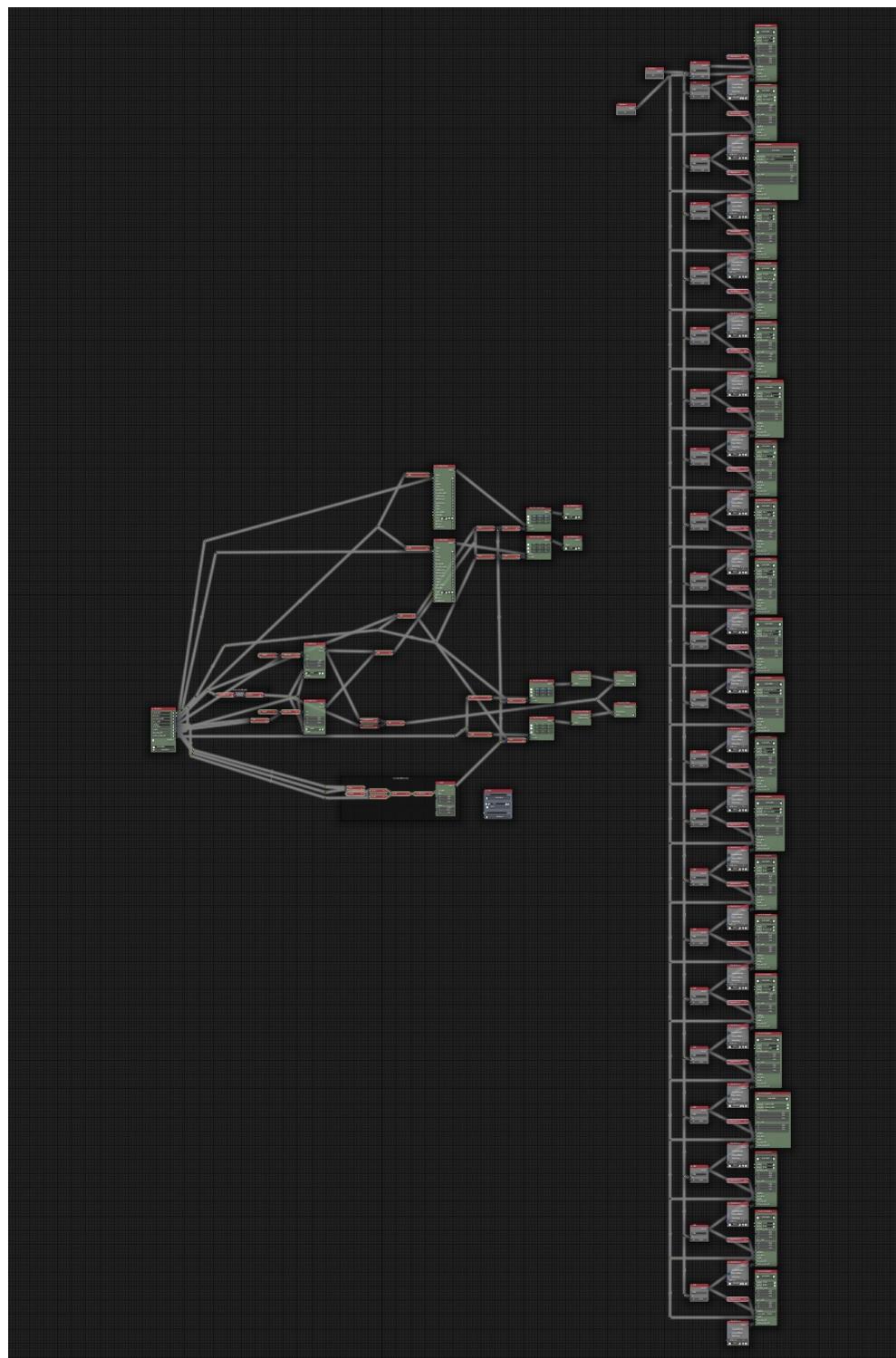
es stand nur schon geschnittenes footage zur verfüzung hinweis auf fernsehbeitrag des wdr (?) daher teilweise sehr schnelle schnitte, und wenig zeit zum lesen der textinformationen



4.2 BAUCHBINDEN

texterstellung in blender mit animation nodes
erstellung der blur kästen in resolve

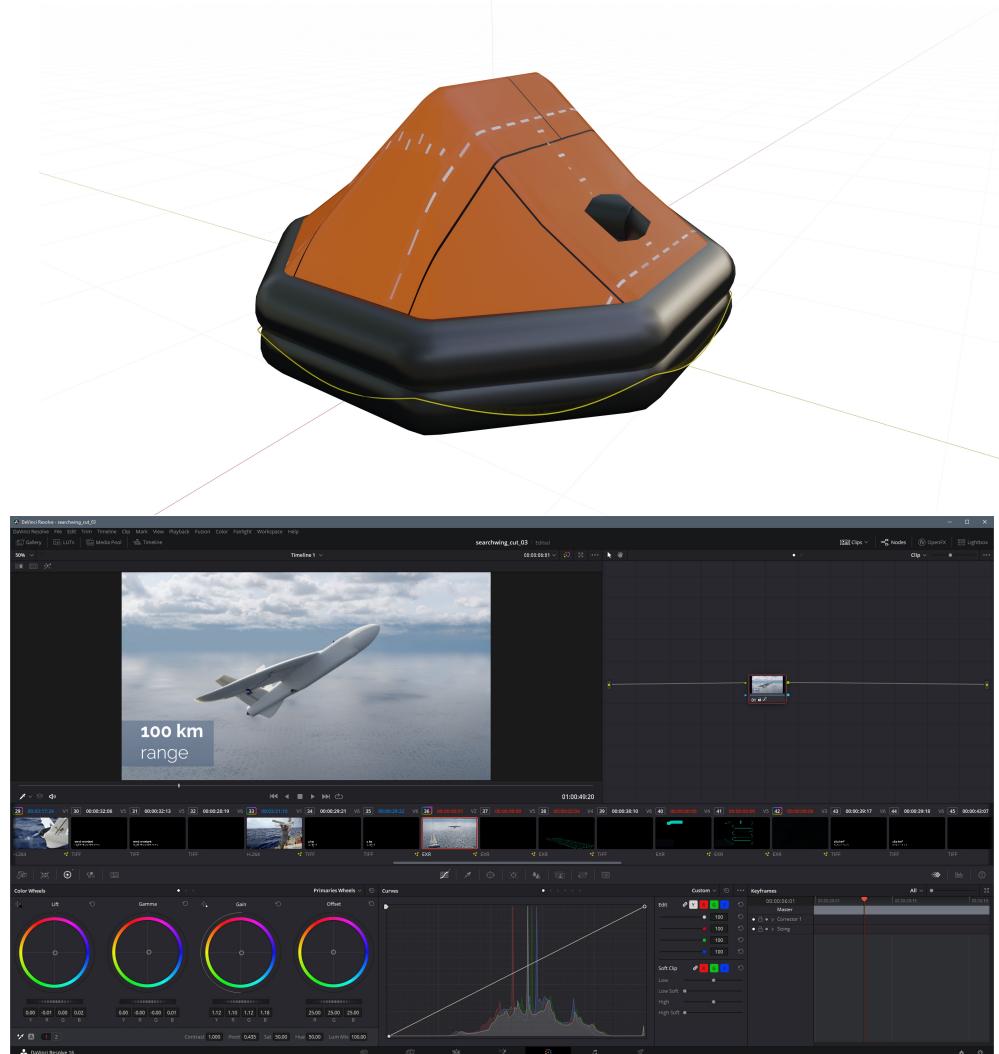


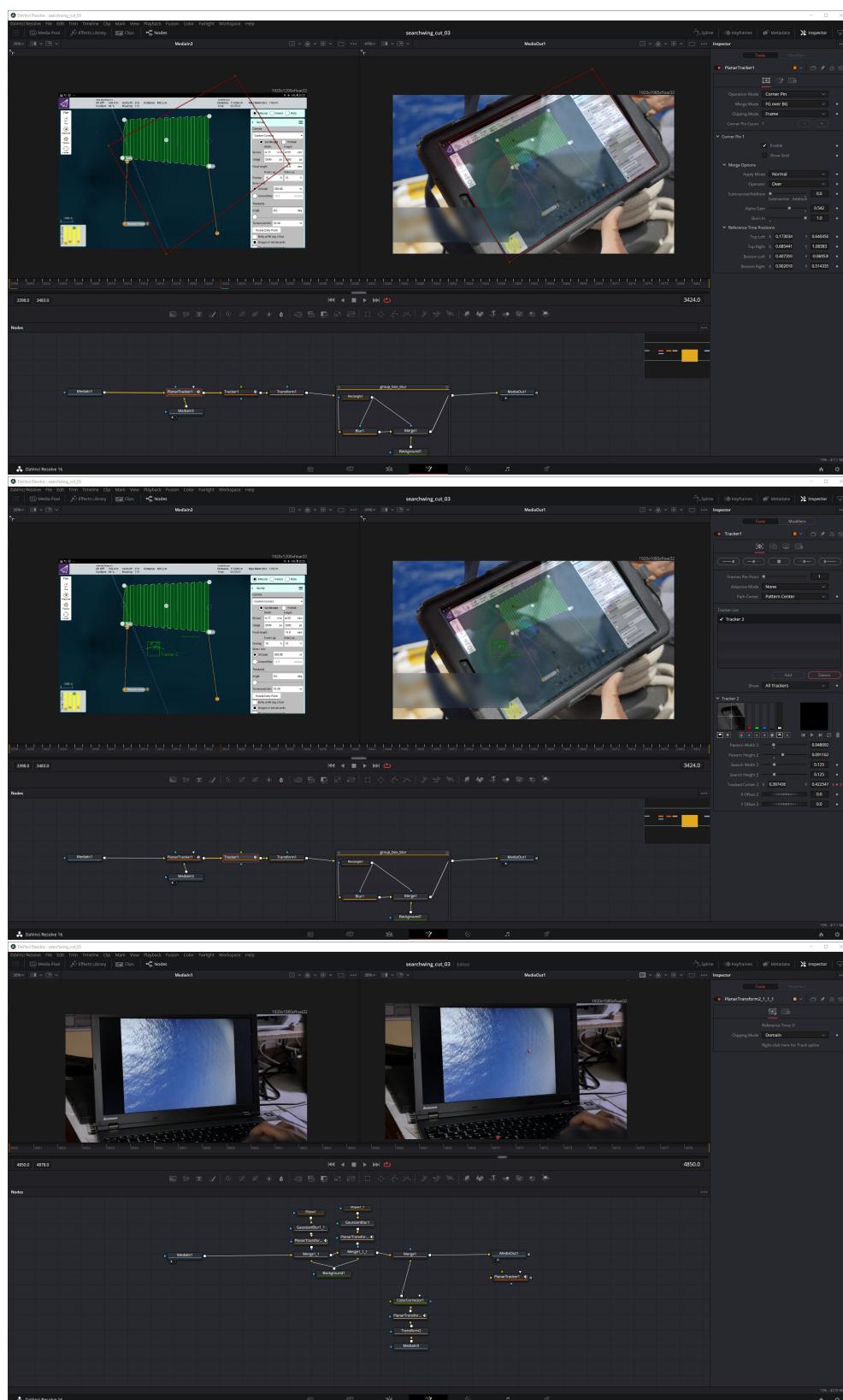


4.3 EINFÜGEN ZUSÄTZLICHER ELEMENTE

iPad und Rettungsfloß wurden eingefügt mit tracking ipad wurde auch stabilisiert

bei radiowellen war z.b. wichtig, dass der farbraum filmic erst angewendet wird, nachdem die wellen auf das flugzeug gelegt wurden. ansonsten ausbrennen oder nicht ausnutzen des farbraumes

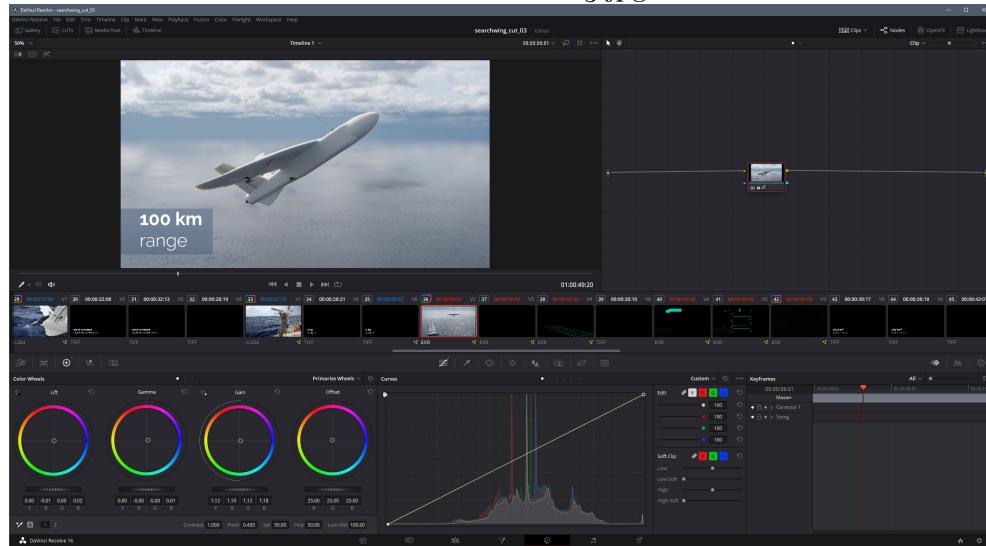




4.4 COLORGRADING

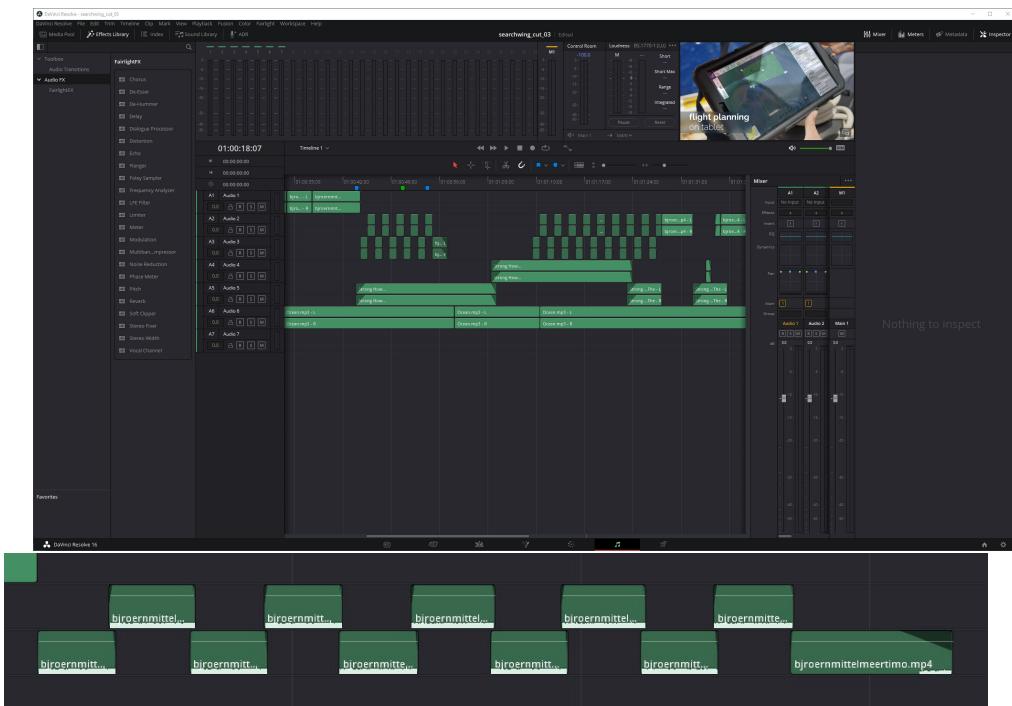
Anpassen über weißpunkt Viel Potenzial übrig gewesen, da in openExr gerendert wurde. dies war der zweite vorteil von exr dateien gegenüber einem klassischen dateiformat, wie bspw. jpg

davor aber noch anwenden von ocio color space wichtig, da open exr immer linear ohne farbraum ist -> hinweis auf resolve3.jpg



4.5 AUDIO

musik wurde thbd ocean entschieden passend geschnitten. eckpunkte waren hierbei der Anfang des Filmes, das Ende des Filmes. daher wurde zuerst der titel in der mitte zerschnitten der schnitt wurde anschließend so gewählt, dass er an einer passenden stelle ist konkret heißt das, dass der schnitt möglichst unauffällig bei 0:56 der schnitt gesetzt wurde ziel war damit, dass bei dem stärkeren visuellen wechsel von der seitenansicht des sichtkegels in die draufsicht die musik sich ändert motor sample wurde kopiert und denn mehrfach nacheinander abgespielt. außerdem wurde der audio-ausschnitt manchmal ge spiegelt, sodass es schwieriger zu erkennen ist, dass es sich wiederholt Dass der Motorsound und die Musik dieselbe tonhöhe haben, war ein glücklicher zufall WIndergeräusche



5

FAZIT

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | | |
|----------------|---|----|
| Abbildung 3.1 | einzelne Textur als Displacement Map angewendet | 5 |
| Abbildung 3.2 | einzelne Textur gekachelt | 6 |
| Abbildung 3.3 | unterschiedliche Texturen gekachelt | 6 |
| Abbildung 3.4 | Unterschiedliche Intensitäten der Texturen | 7 |
| Abbildung 3.5 | Kielwasser des Segelbootes als Normal Map | 7 |
| Abbildung 3.6 | Farbvariationen des Meeres | 8 |
| Abbildung 3.7 | Gradiententextur für Dunstsimulation | 8 |
| Abbildung 3.8 | Übersicht über Shaderaufbau | 9 |
| Abbildung 3.9 | Unterschiedliche Schritte des Himmels | 9 |
| Abbildung 3.10 | Segelboot mit Materialien | 11 |
| Abbildung 3.11 | Fotoscan in Meshroom, Drohne von oben | 12 |
| Abbildung 3.12 | Fotoscan in Meshroom, Drohne von unten | 12 |
| Abbildung 3.13 | Unterschiedliche Schritte der Modellierung | 13 |

LITERATUR

- [1] Aleksandr Berdnikov. *Kelvin Wake*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Wake#/media/File:Kelvin_Wake_Fr=2.png (besucht am 29. 02. 2020).
- [2] Filippo CITATTI. *Sailboat III*. URL: <https://grabcad.com/library/sailboat-iii-1> (besucht am 29. 02. 2020).
- [3] KrisNT. *brushless motor 2212 920kv*. URL: <https://grabcad.com/library/brushless-motor-2212-920kv-1> (besucht am 29. 02. 2020).
- [4] Sergej MAJDBORODA. *Sunflowers HDR Textur*. URL: <https://hdrihaven.com/hdri/?c=skies&h=sunflowers> (besucht am 29. 02. 2020).
- [5] Andrew Price. *Hdr Sky Cloudy 004*. URL: <https://www.polygon.com/texture/hdr-sky-cloudy-004> (besucht am 29. 02. 2020).
- [6] Stephanie SCHWECKE. *Rocker Switch - Arcolectric H8550VB*. URL: <https://grabcad.com/library/rocker-switch-arcolectric-h8550vb> (besucht am 29. 02. 2020).
- [7] Cagatay SERTOĞLU. *propeller*. URL: <https://grabcad.com/library/propeller-403> (besucht am 29. 02. 2020).
- [8] Hasanain SHUJA. *Hobby Servo Motors for RC cars, planes, etc...* URL: <https://grabcad.com/library/hobby-servo-motors-for-rc-cars-planes-etc-1> (besucht am 29. 02. 2020).
- [9] Brecht VAN LOMMEL. *Blender Manual*. URL: https://docs.blender.org/manual/en/2.79/render/blender_render/world/mist.html (besucht am 29. 02. 2020).
- [10] Xoio. *3d scanned people*. URL: <https://xoio-air.de/2017/3d-scanned-people-improved-version/> (besucht am 29. 02. 2020).
- [11] boats.com. *2010 elan impression*. URL: <https://de.boats.com/segelboote/2010-elan-impression-434-5942438/> (besucht am 29. 02. 2020).