

KANTONSSCHULE UETIKON
AM SEE

EINE GESTALTERISCH-
MUSIKALISCHE
MATURAARBEIT

FS2024-HS2024/25

BETREUT DURCH SABRINA
BARBIERI UND FABIAN
CARISCH

MATURITÄTSJAHR
2025



Ikarus

GESTALTEN EINES KURZEN ANIMATIONSFILMS MIT BLENDER UND KOMPOSITION UND AUFNAHME DER FILMMUSIK

Selina Bieri

Schriftlicher Kommentar

**GESTALTEN EINES KURZEN ANIMATIONSFILMS MIT BLENDER UND
KOMPOSITION UND AUFNAHME DER FILMMUSIK**

Maturaarbeit

von

Selina Bieri

Betreut durch

Sabrina Barbieri

und

Fabian Carisch

Korreferat

Anna Cristina Spirig

21.10.2024

Uetikon am See

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	6
Themenwahl und Inspiration	7
Aufbau	8
Prozess	8
Geschichte.....	10
Ideenfindung	11
Recherche	12
Ablauf	13
Stil.....	13
Blender.....	18
Models, Texturen und Rigging.....	19
Modellieren	19
Texturen.....	19
Rigging.....	19
Werkstatt	20
Boden	20
Tisch	22
Kerze.....	23
Wände	24
Regale.....	25
Globus	26
Ikarus.....	28
Hände.....	28
Körper.....	31
Flügel.....	34
Recherche Vogelflügel	34
Recherche Ikarus-Flügel in Gemälden	36
Bau der Flügel	36
Motte.....	43
Körper.....	43
Flügel	44
Himmel.....	46
Wolken	46
Sonne	47

Experimentieren mit Oberflächen.....	48
Szenenmontage.....	49
Animation	50
Fliegen	51
Kameraführung	52
Physikalische Simulationen.....	52
Musik.....	53
Schwierigkeiten.....	53
Rendern	54
Render Engine	54
Einstellungen	55
Filmmusik	56
Prozess	57
Instrumentierung	58
Komposition & Arrangement	58
Aufnahme	62
Nachbearbeitung	63
Reflexion	64
Danksagung.....	65
Anhänge	66
Anhang 1: Drehbuch	66
Anhang 2: Paritur.....	69
Anhang 3: Maturitätsvereinbarung	77
Anhang 4: Redlichkeitserklärung.....	79
Anhang 5: Umgang mit KI	79
Glossar Fachbegriffe	80
Verzeichnisse	82
Quellenverzeichnis	82
Story.....	82
Youtube Videos	82
Musik.....	83
Recherche	84
Abbildungsverzeichnis	85

The image features two stylized, low-poly hands in shades of brown and tan, reaching towards each other from the top and bottom corners. The hands are rendered with sharp, geometric facets. The background is a light blue gradient. In the center, the word "EINLEITUNG" is written in a bold, blue, sans-serif font with a slight drop shadow.

EINLEITUNG

Themenwahl und Inspiration

Als es im Dezember 2023 mit der Ideenfindung für die Maturitätsarbeiten los ging, war mir schon von Anfang an klar, was ich machen wollte: Animieren. Schon von früh auf war ich fasziniert von Animationsfilmen und Serien, solche von Disney, wie Prince of Egypt, oder solche wie Carmen Sandiego und später auch Disenchantment und Arcane. Animation als Medium bietet praktisch unbegrenzte kreative Möglichkeiten, um Ideen umzusetzen und Welten zu schaffen, vorausgesetzt natürlich, man beherrscht die technischen Fähigkeiten.

Zuvor hatte ich schon kleinere Animationen erstellt, meist im Rahmen von ca. 30 Sekunden und in 2D. Also überlegte ich mir, aufbauend auf meinem Vorwissen, ein Projekt, mit dem ich mich die nächsten paar Monate befassen wollte. Ein Projekt, das mich herausforderte und mich beim Arbeiten mitriss. Ich wollte, dass das Projekt mehrere meiner Leidenschaften verband und mir die Möglichkeit gab, meine kreativen wie auch technischen Fähigkeiten auszuschöpfen und sogar zu erweitern.

Aus diesen Gedanken entstand das Konzept meiner Maturaarbeit. Ich wollte einen kurzen Animationsfilm von A-Z gestalten. Dazu gehörte das Schreiben eines Storyboards, das Modellieren der Figuren, das Animieren, das Rendern. Ich entschied mich, auch die Filmmusik zu komponieren und aufzunehmen. Durch die Musik kann man einen grossen Teil der Geschichte mit erzählen, man kann Emotionen transportieren und die gewünschte Atmosphäre schaffen.

Dadurch bekam ich einen Einblick in die Produktion eines Animationsfilmes aus allen möglichen Perspektiven. Ich musste die organisatorischen, gestalterischen und musikalischen Aspekte bearbeiten und geschickt miteinander kombinieren.

Ich entschied mich, den animierten Teil digital in 3D umzusetzen. Das digitale Arbeiten gab mir die Flexibilität und kreative Freiheit, die mir sehr wichtig waren. Ich arbeite gerne digital, und dieses Projekt erlaubte es mir insbesondere, die Sache mathematisch-technisch anzugehen. Ich hatte zwar bereits etwas Erfahrung im Modellieren von 3D-Objekten, doch dieses Projekt stellte ein ganz neues Level dar. Ich betrat in allen Facetten Neuland.

Aufbau

Dieser schriftliche Kommentar bietet einen Einblick hinter die Kulissen meiner Arbeit. Er zeigt Gedankengänge, genutzte Techniken, Herausforderungen und bietet Einblicke in die Prozesse, die zur Entstehung des Projekts beigetragen haben.

Gegliedert ist er in drei Teile, wie es auch der Prozess war: Die Geschichte, der gestalterische Teil und der musikalische Teil.

Oft werden Fachbegriffe der benutzten Software verwendet. Anstatt diese in den Beschreibungen immer zu erklären, befindet sich am Ende des Kommentars ein Glossar mit Übersetzungen und kurzen Ausführungen zu den Begriffen.

Prozess

Als ich beschlossen hatte, die Animation in 3D zu gestalten, hatte ich mich auch schon für die Software entschieden. Blender ist eine 3D-Graphiksoftware mit welcher Objekte modelliert, texturiert und animiert werden können. Sie eignete sich perfekt für meine Arbeit. Zudem hatte ich schon einige Erfahrungen mit Blender und konnte diese Vorkenntnisse nutzen.

Der Prozess begann im März mit dem Finden einer Geschichte und dem Erstellen des Storyboards. Nachdem ich eine grundlegende Idee des Ablaufs hatte, begann die Arbeit in Blender. Begonnen habe ich mit kleineren Objekten, damit ich mich etwas einarbeiten konnte, bis zu den grossen Szenen am Ende. Für einzelne Objekte habe ich meistens in der folgenden Reihenfolge gearbeitet:

Modeling -> (UV-Editing) -> Textures & Materials -> Rigging

Um die einzelnen Objekte dann zu einer Szene zusammensetzen und Bildmaterial zu erhalten, bin ich folgendermassen vorgegangen:

Scene Assembly -> Camera -> Lighting -> Animation -> Rendering -> Compositing

Anfangs hatte ich versucht, parallel zum Modellieren der Objekte in Blender mit der Komposition zu beginnen. Allerdings stellte ich schnell fest, dass ich zuerst eine grobe Idee und Bildmaterial des Films benötigte, um effektiv die Musik dazu komponieren zu können. Also habe ich mich zunächst hauptsächlich auf Blender fokussiert und parallel dazu musikalische Skizzen erstellt und kleine Ideen gesammelt.

Als ich im August mit dem Modellieren fertig war und einen Prototyp des Filmes erstellt hatte, begann ich mit der effektiven Komposition. Ich baute sie auf dem Prototyp des Filmes auf, liess mir dabei aber auch einige Freiheiten.

Als die Komposition im Oktober fertig war, begann die Aufnahme und Bearbeitung der Musik. Sobald das erledigt war, nutzte ich den Prototyp, um den Film passend zur Musik zu animieren.

GESCHICHTE



Das Finden einer Geschichte fiel mir am Anfang nicht leicht. Ich wusste, dass die Animation nur einige wenige Minuten lang sein wird. Die Entscheidung, welche Geschichte ich animierte, war, wie viele weitere gestalterische Entscheidungen, stark beeinflusst und gesteuert durch meine Möglichkeiten und Fähigkeiten und die von Blender.

Ich brauchte eine Geschichte, die man ohne Worte erzählen konnte, denn Charaktere, die sprechen, sind sehr aufwendig. Ich brauchte eine Geschichte, die wenige Figuren hatte, die ich in dieser Zeit umsetzen und nur durch Bild und Musik erzählen konnte.

Ideenfindung

Ich hatte einige grobe Ideen notiert, darunter einen Minikrimi, einen Diebstahl und den Mythos von Ikarus. Mit der Beratung von Joel Strassberg entschied ich mich, die Geschichte von Ikarus leicht abgeändert zu animieren. Sie eignete sich gut, da ich sie nicht von Grund auf neu schreiben musste, da sie sehr bekannt ist, eine wichtige Botschaft hat und gleichzeitig repräsentierte sie meine Begeisterung für die griechische Mythologie.

Ich habe sie leicht angepasst, um sie besser in Blender umsetzen zu können, und habe eine eigene Storyline hinzugefügt, um ihr einen persönlichen Dreh zu verleihen. Die beiden grössten Änderungen, die ich vorgenommen habe, waren: Daedalus kommt sowohl aus erzählerischen als auch technischen Gründen nicht vor, und ich habe eine Motte als Parallelgeschichte eingebaut, um die Botschaft zu verstärken.

Mein Fokus lag mehr auf der Moral der Geschichte und der Umsetzbarkeit, als darauf, den Mythos originalgetreu zu animieren.

Recherche

Begonnen habe ich mit dem Hintergrund dieser Legende. Warum stürzt Ikarus ab? Was treibt ihn in den Übermut? Und welche Lehren lassen sich aus seiner Geschichte ziehen? der Mythos von Ikarus ist heute noch relevant, weil er zeitlose Themen wie Übermut, Ehrgeiz, Freiheit und die Grenzen menschlichen Handelns beinhaltet. Wie viele griechische Mythen dient auch diese als moralische Warnung und lädt zur Reflexion über menschliches Verhalten ein.

Ikarus verkörpert die Hybris, die zerstörerische Selbstüberschätzung, die Menschen dazu bringt, ihre eigenen Grenzen zu überschreiten. Seine tragische Geschichte mahnt uns, die Balance zwischen Freiheitsdrang und Vorsicht nicht zu verlieren. Sei es im technologischen Fortschritt, der uns immer weiter an die Grenzen des Machbaren bringt, oder in persönlichen Ambitionen, die oft mit einem mehr oder minder grossen Risiko einhergehen. Heutzutage erinnert uns dieser Mythos daran, dass das Streben nach mehr seine Gefahren birgt. In einer Welt, die auf ständigen (technologischen) Fortschritt ausgerichtet ist, stellt sich die Frage, wie weit können wir gehen, ohne uns selbst zu schaden?

Für den Film habe ich mich vor allem auf diese moralischen Fragen konzentriert. Daedalus und den weiteren Kontext der Geschichte, wie die Flucht aus dem Labyrinth des Minotaurus, habe ich somit bewusst weggelassen, um den Fokus allein auf Ikarus zu richten. Er steht stellvertretend für eine Gesellschaft, die ein gefährliches Ziel verfolgt, das zwar verlockend erscheint, aber voller Risiken steckt. Als Symbol für dieses Ziel habe ich der Sonne eine wichtige Rolle in der Geschichte gegeben. Sie verkörpert sowohl den Traum, etwas Grosses zu erreichen, als auch die Gefahr, sich zu weit vorzuwagen und die eigenen Grenzen zu ignorieren. Für Ikarus hat die Sonne etwas Göttliches, etwas Himmlisches. Er wird geblendet von ihrer Schönheit und Anziehungskraft. Diese Verehrung der Sonne habe ich versucht, gestalterisch bereits am Anfang anzutönen.

Die Flügel spielen eine weitere wichtige Rolle. Sie sind das menschlich gebaute Element, das ihn göttlich wirken lässt und das gleichzeitig Grund sein wird für seinen Absturz. Die Flügel stehen für das technische Wissen und die Möglichkeiten, die uns Menschen zur Verfügung stehen, sie bieten Freiheit und die Chance, in neue Höhen aufzusteigen, ähnlich wie moderne Errungenschaften uns neue Wege eröffnen. Doch sie sind auch fragil, trotz ihren Fähigkeiten sind sie nur aus Federn und Wachs gefertigt.

Um den Mythos eine eigene Interpretation zu geben, habe ich beschlossen, eine Motte als neuen Charakter einzuführen. "Like a moth to the flame" ist eine bekannte Redewendung, die beschreibt, wie Menschen manchmal von etwas verführt oder fasziniert sind, das ihnen am Ende aber schaden wird, ähnlich wie Ikarus, der der Sonne zu nahe kommt, zeigt die Phrase das Paradoxon zwischen Anziehung und Zerstörung.

Aufgrund dieser Symbolik wurde die Motte Teil meiner Geschichte. Auch hier habe ich noch etwas weiter recherchiert, um ihre Symbolik besser zu verstehen.

Damit die nachtaktiven Schmetterlinge im Dunkeln navigieren können, hat sich in der Evolution die sogenannte transverse Orientierung entwickelt. Dabei fixieren die Nachtfalter einen festen Winkel auf eine entfernte Lichtquelle. Dies ist eine elegante Lösung. Sie navigieren relativ zu einem Stern oder dem Mond, welche fixe, weit entfernte Lichtquellen sind. Dies ist ein sehr ausgeklügeltes System, doch durch die von Menschen verursachte Zunahme von Lichtquellen auf dem Erdboden (Lichtverschmutzung) ist es gestört. Wenn nun also eine Lichtquelle nahe ist (im Vergleich zum Mond oder Sternen), ist die Beibehaltung eines konstanten Winkels zur Lichtquelle nur möglich, wenn sich die Motte im Kreis dreht und sich immer mehr dem Licht nähert. Der Flug endet in einer Todesspirale, deren Ende die zerstörerischen Flammen sind.

Die Navigationsinstinkte der Falter haben über einen sehr langen Zeitraum funktioniert, sie haben ihnen gedient und das Überleben gesichert. Aber mit dem Aufkommen irdischer Lichtquellen wurde die Umwelt verändert und dieses evolutionäre Muster gestört. Anstatt dem Lebewesen beim Überleben zu helfen, stürzen diese Instinkte die Motte in die Selbstzerstörung. Ein eigentlich positiver Mechanismus, der eine wichtige Rolle beim Überleben der Arten gespielt hat, führt heute oft zum Tod derselben. Deshalb habe ich die Motte als Referenz zu Ikarus genommen. Denn diese Entwicklung kann man auch in Menschen sehen. Nehmen wir als Beispiel den Konsum von Zucker. Zucker ist eine optimale Energiequelle, sie liefert ca 17 kJ pro Gramm und ist sehr wichtig im Stoffwechsel. Für prähistorische Menschen war der Konsum von zuckerhaltigen Nahrungsmitteln, zum Beispiel von Früchten, eine wichtige Quelle von rasch verfügbaren Kohlenhydraten, war aber selten im Überfluss vorhanden. Ein Verlangen nach Zucker hat sich evolutiv entwickelt. Das Gehirn stösst nach dem Konsum von Zucker Dopamin aus, um den Menschen anzuregen, bei Gelegenheit mehr davon zu essen (Quellen S1-5).

Nun hat sich der Mensch seit der prähistorischen Zeit weiterentwickelt und vor allem auch seine Umwelt und sein Lebensstil. Zucker ist nicht mehr eine Seltenheit, sondern steht im Übermass zur Verfügung. Doch die Instinkte sind geblieben und so auch das Bedürfnis nach zuckerhaltiger Nahrung. Dies kann zu einem ungesunden Konsum führen, welcher zu Zivilisationskrankheiten und Übergewicht führt. Ein anfangs positiver Mechanismus, der eine wichtige Rolle beim Überleben der Art gespielt hat, führt heute zum Niedergang derselben.

Im Animationsfilm wird die Motte als Charakter gezeigt, wie sie in der Werkstatt herum flattert. Ihre Sonne ist eine Kerze, der sie zu nahe kommt und an deren Flamme sie schliesslich verbrennt.

Ablauf

Im nächsten Schritt ging es darum, ein Skript zu erstellen, in welchem der grobe Ablauf der Geschichte festgehalten ist (siehe Anhang 1: Drehbuch). Dieses habe ich in drei Teile unterteilt und als Grundlage für den weiteren Verlauf verwendet. Rückblickend verliefen einige Dinge anders als ursprünglich geplant, sei es aufgrund technischer Schwierigkeiten oder gestalterischer Änderungen, doch das gehört nun mal zum Prozess dazu. Um die Geschichte etwas zu visulisieren, habe ich ein grobes Storyboard mit den Szenen erstellt (siehe Abb. 2-4)

Stil

Für den gestalterischen Stil des Filmes habe ich mich von Disney's Prince of Egypt inspiriert. Ich wollte nicht, dass er hyperrealistisch ist, sondern stilisiert.

Farbtechnisch wollte ich einen Verlauf über den Film haben, der dem Tagesverlauf der Sonne entspricht (siehe Abb. 1). Der Film ist auch so konzipiert, dass er am Morgen beginnt und am Abend endet, also einen halben Sonnentageszyklus dauert.

Grundsätzlich habe ich eine komplementäre Farbkombination von Orange- und Blautönen als Farbpalette genutzt und darauf aufgebaut, wobei ich mehr Warmtöne genutzt habe.



Abb. 1: Ungefäherer Farbverlauf der Sonne

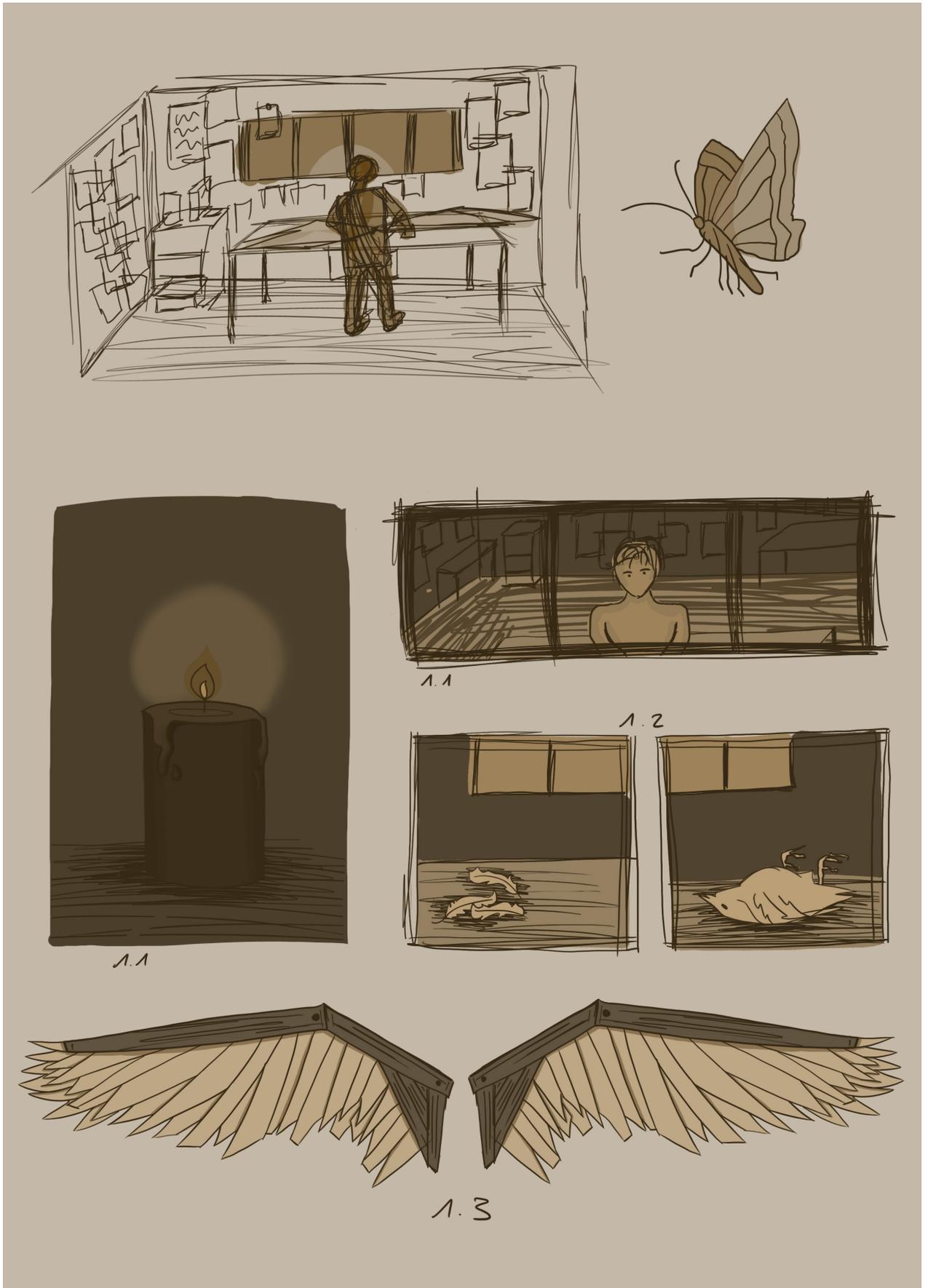


Abb. 2: Storyboard Seite 1

2.1

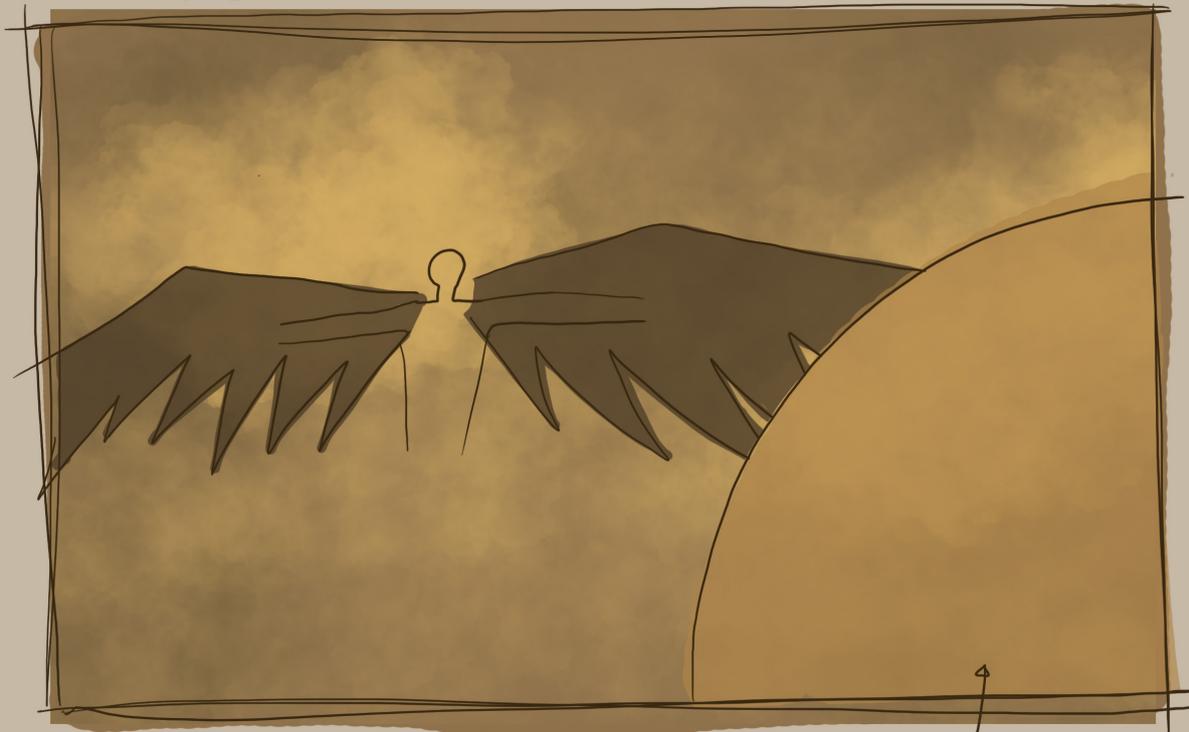


Ikarus versucht
zu fliegen
(evtl. oben Vögel?)

2.1



2.2



Sonne

Abb. 3: Storyboard Seite 2

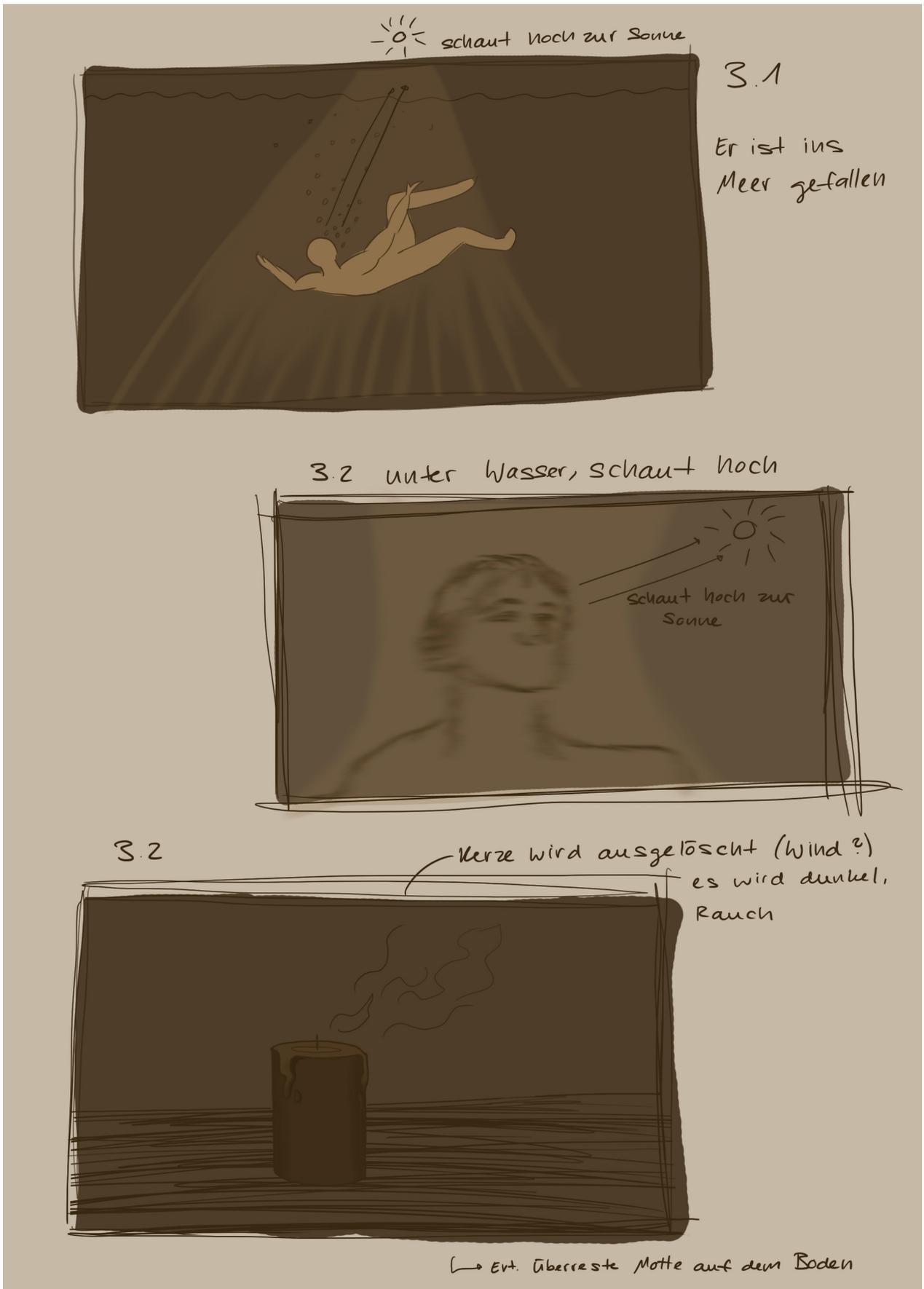


Abb. 4: Storyboard Seite 3

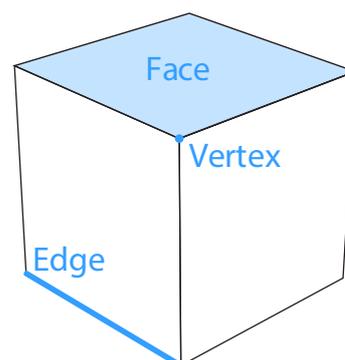


BLENDER

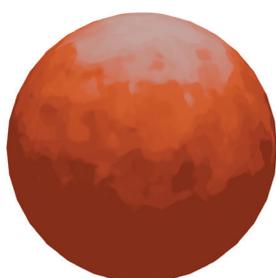
Models, Texturen und Rigging

Modellieren

Das 3D-Modellieren ist ein Prozess, bei welchem ein Objekt im Raum dargestellt wird. Es wird mathematisch beschrieben als eine Sammlung von Vertices (Scheitelpunkte), Edges (Kanten) und Polygons und durch deren Position und Eigenschaften im dreidimensionalen kartesischen Koordinatensystem. Ein Objekt besteht aus einem Polygon Mesh (Netz), welches durch die Vertices, Edges und Faces definiert wird.



Texturen



Texturen sind zweidimensionale Muster, die auf die Oberfläche projiziert werden. Sie bestimmen die Struktur der Oberfläche und wie diese mit Licht interagiert (bspw. Schattenwurf). Beispiele für Texturen sind farbige Oberflächen, Holzstrukturen, Rillen, Metalle uvm.

Im Beispiel der links abgebildeten Kugel verändert die Textur die Form der Schatten und die Farbe. Anstatt von gleichmässigen Übergängen gibt es ein Muster.

Rigging

Beim Rigging wird ein Skelett oder eben ein Rig für ein Objekt erstellt um es später animieren zu können. Dabei gibt es Knochen und Gelenke, wie bei einem menschlichen Skelett. Das Skelett wird mit dem Mesh des Objektes verbunden (skinning), so dass es nur bestimmte Teile des Mesh bewegt.

Werkstatt

Begonnen habe ich mit der Werkstatt, wo sich Ikarus aufhält. Dabei war es mir wichtig, dass die Sonne ein zentrales Thema ist und wir in Ikarus Gedankenwelt blicken können.

Boden

Mir war wichtig, dass der Werkstattboden nicht einfach eine homogene, einfarbige Oberfläche ist, da ich gewisse Szenen mit der Kamera von unten und von hinten filmen wollte, so dass der Boden eine gewisse Bedeutung erhält. Damit es also eine gewisse Struktur gibt und interessant aussieht, habe ich beschlossen, Kacheln als Bodenbelag zu wählen. Eine erste Idee dafür war ein simples mathematisches Muster:

Oktagon: Für das Muster der Kacheln hatte ich mir anfangs überlegt, Oktagon zu verwenden und in den Zwischenräumen Quadrate. Dies war auch einfach umzusetzen in Blender mit Geometry Nodes. Dadurch war auch alles schön geordnet. Es sah dann aber zu perfekt aus und mir hat das Muster nicht allzu gut gefallen. Es hat mich etwas an einen Boden in einem alten Haus erinnert. Ich wollte zuerst noch andere Optionen ausprobieren.

Hexagon: Mein nächster Versuch war ein Hexagonmuster. Auch hier habe ich Geometry Nodes verwendet, doch es war wieder zu makellos. Ich wollte gewisse Unebenheiten, also habe ich die vertikale Position der einzelnen Sechsecke etwas variiert. Doch ich war noch nicht überzeugt.

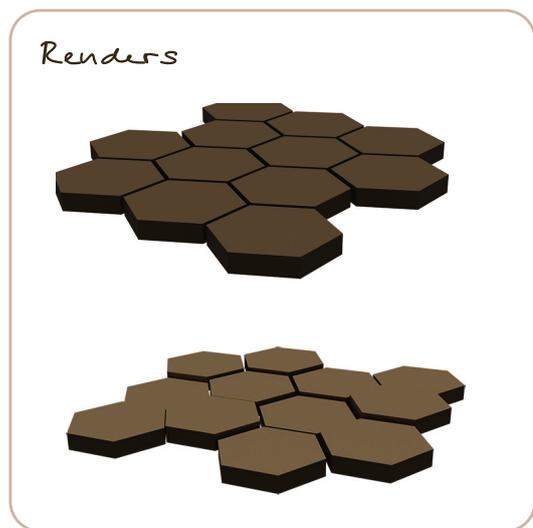


Abb. 5: Hexagon Renders

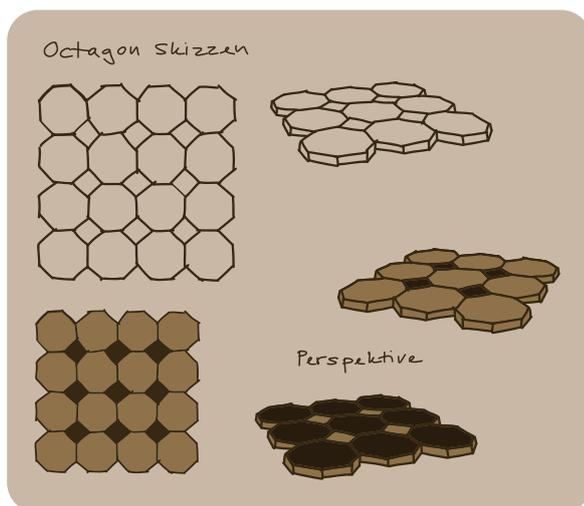


Abb. 6: Oktagon Skizzen

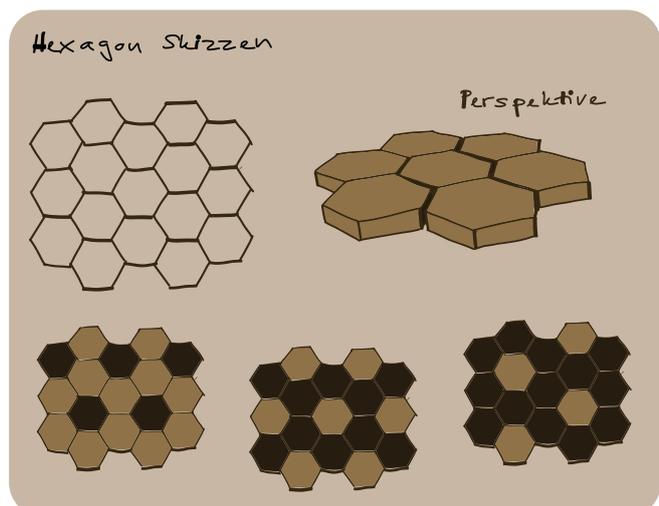


Abb. 7: Hexagon Skizzen

Da der Boden sichtbar ist, wollte ich, dass er auch einen Teil der Geschichte mit erzählt. Die Sonne ist ein wichtiger "Charakter" in der Geschichte, also habe ich beschlossen, sie in den Boden mit einzubeziehen. Es soll auch helfen, die Verehrung der Sonne zu verdeutlichen.

Die Idee war, eine symbolische Sonne in der Mitte des Bodens zu platzieren und rundherum etwas ungeordnete Kacheln. Die Sonne wollte ich fragmentieren und mit einzelnen Kacheln darstellen. Dafür habe ich zuerst etwas mit verschiedenen Formen experimentiert. In Abb. 9 habe ich die Zacken in kleinere, dreiecksähnliche Figuren geteilt, wodurch innen eine weitere kleine Sonne entsteht. Ich habe dann weitere Figuren hinzugefügt und auch die Farben etwas angepasst und mit den Kontrasten experimentiert (Siehe Abb. 10 und Abb. 11).

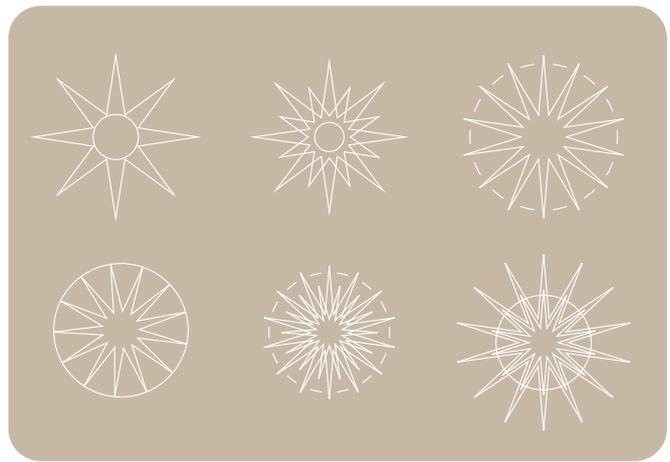


Abb. 8: Sonne Skizzen

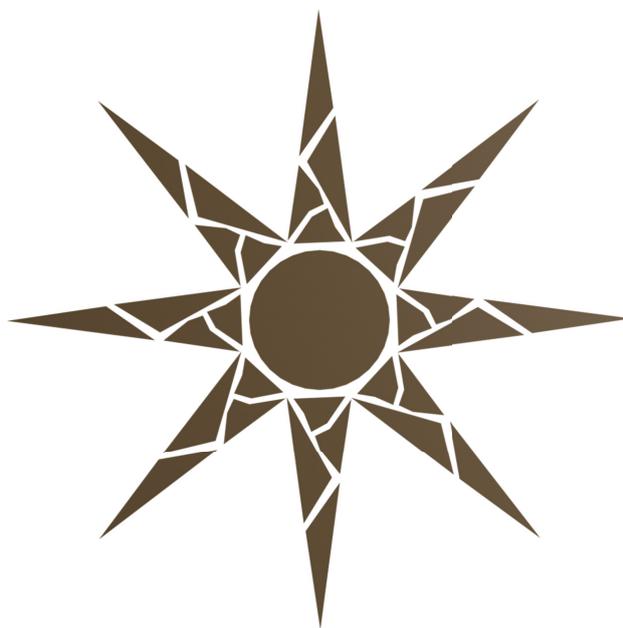


Abb. 9: Render der Sonnenfliesen von oben

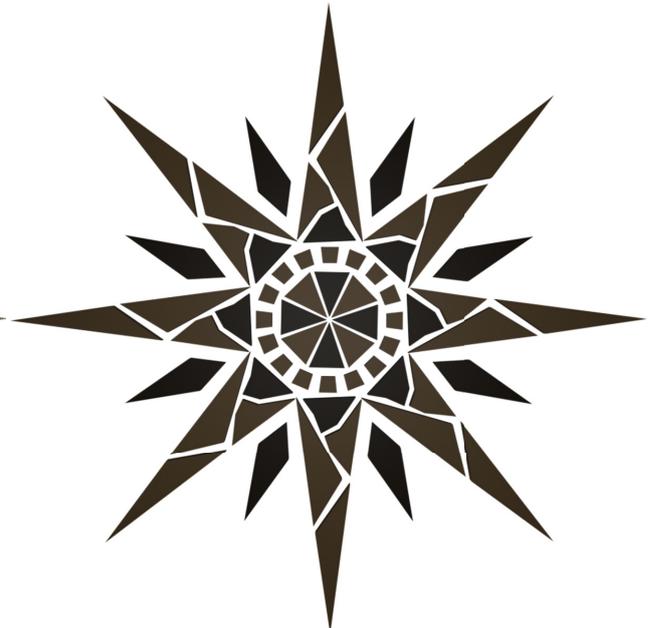


Abb. 10: Render der Sonnenfliesen von oben 2

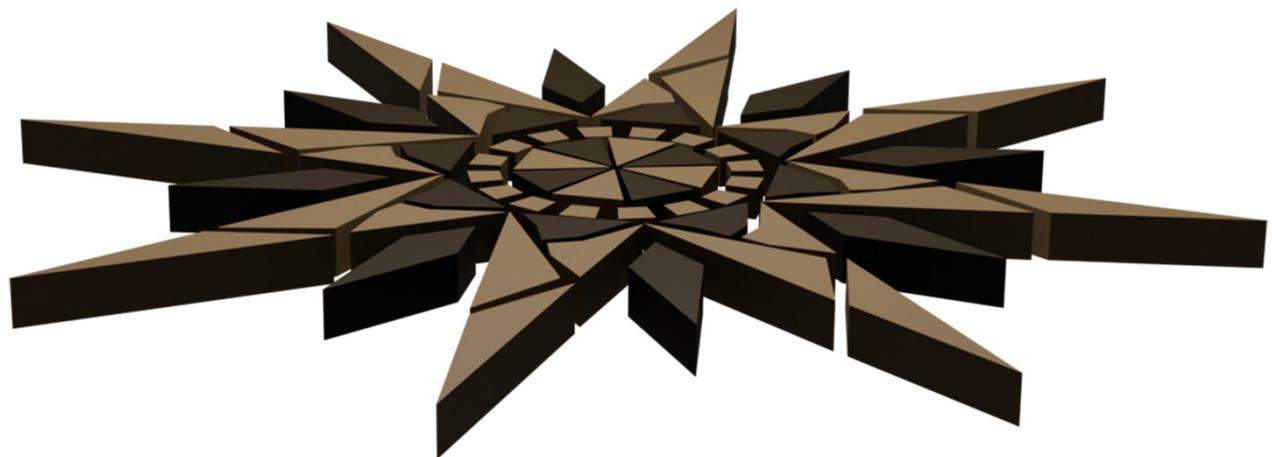


Abb. 11: Render der Sonnenfliesen von der Seite

Den Leerraum um die Sonne habe ich mit unregelmässigen und etwas zufällig verteilten Kacheln gefüllt. Dafür habe ich in Blender Bezier Curves und den Curve Pen benutzt, um die Kacheln zu zeichnen, und diese anschliessend in Mesh umgewandelt. Ich wollte durch dieses Durcheinander eine gewisse Unordnung zeigen und damit Unsicherheit symbolisieren (siehe Abb. 13 und Abb. 14).

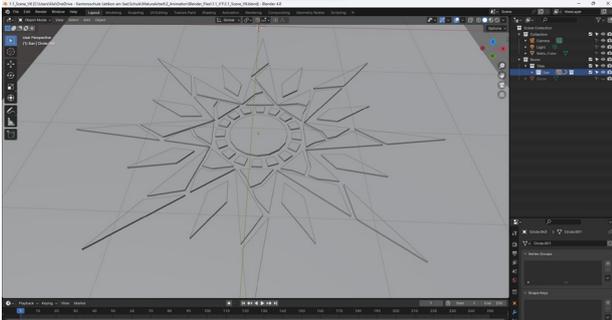


Abb. 12: Blender Prozessbild: Die Sonnenfliesen

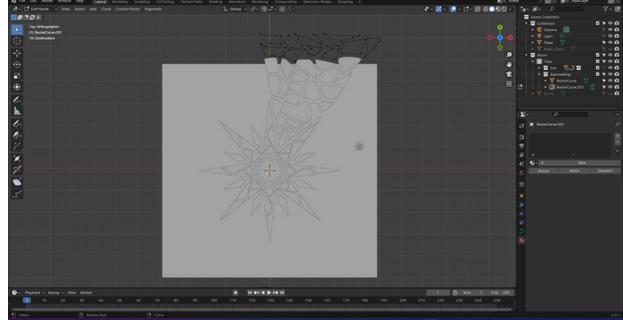


Abb. 13: Blender Prozessbild: Fliesen aussen



Abb. 14: Render des Bodens

Tisch

Für den Tisch, an dem Ikarus arbeitet, gefiel mir die Idee eines Steintisches. Er sollte scharfe Kanten haben, als hätte man den Stein direkt aus dem Fels geschlagen.

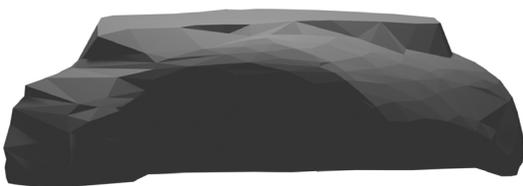


Abb. 15: Erste Version des Steintisches



Abb. 16: Zweite Version des Steintisches

Die Zweite Version des Steintisches habe ich etwas vereinfacht, also weniger Topology und einfachere Formen. Dadurch ist die Renderzeit kürzer geworden.

Kerze

Für die Kerze habe ich einen einfachen Zylinder verwendet und diesen im Sculpt Mode etwas verändert, um ihn unvollkommen erscheinen zu lassen.

Das Ergebnis hat mir aber gar nicht gefallen. Es sah vielmehr aus wie ein Kürbis als wie eine Kerze (Siehe Abb. 17). Also habe ich die Form etwas abgeändert, die Farbe angepasst, den Docht neu gemacht und weitere kleine Sachen angepasst.



Abb. 17: Erste Version der Kerze



Abb. 18: Bild einer brennenden Kerze

Um die Flamme zu erstellen, habe ich erstmals eine echte Kerze angezündet, um zu sehen wie sie brennt (siehe Abb. 18).

Beim Beobachten der Kerzenflamme ist mir aufgefallen, dass sie je nach Stelle unterschiedliche Farben hat. Ich habe etwas recherchiert und herausgefunden, dass diese Unterschiede mit verschiedenen Temperaturen und der Verbrennung des Paraffin zusammenhängen (Quellen R1-R4).

Um das nachzubilden, habe ich die Flamme in Photoshop gezeichnet (Abb. 19), als PNG exportiert und in Blender als Plane importiert. Dann habe ich mit dem Wave Modifier die flatternde Bewegung der Flamme simuliert.

Beim Beobachten der echten Flamme ist mir ebenfalls aufgefallen, dass sich die Flamme oben am Spitz mehr bewegt als an der Basis in der Nähe des Dochtes. Um dies in Blender zu übertragen, habe ich in Weight Paint Mode dem oberen Teil einen höheren Wert gegeben (Abb. 20).

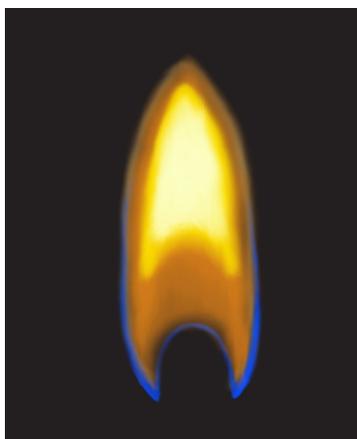


Abb. 19: Flamme in PS gezeichnet

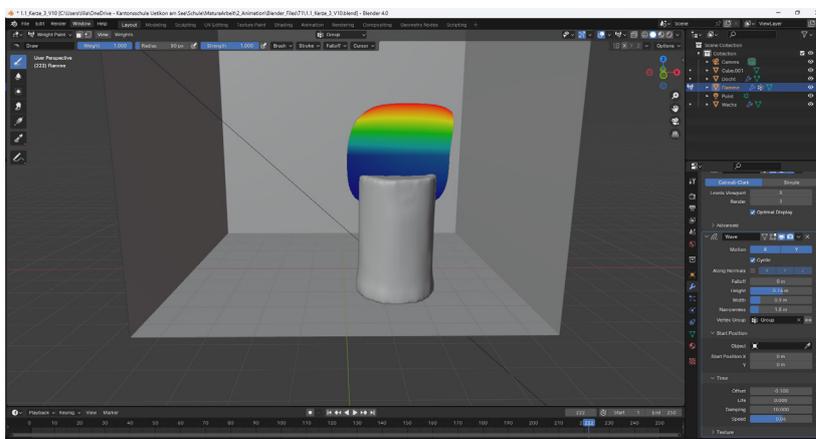


Abb. 20: Wave Modifier in Blender für die Flamme

Regale

Um nebst dem grossen Arbeitstisch auch noch Möbel zu integrieren, die den Raum mehr Charakter geben, habe ich kleine Regale gemacht.

Für das Material der Regale habe ich mich für Holz entschieden. Dies habe ich mit verschiedenen Texture Nodes gemacht und dafür als Grundlage ein Youtube Tutorial genutzt und dieses dann angepasst (Quelle Y1). Für die Form der Regale habe ich mich an simple Grundstrukturen gehalten (Holzbalken und Brett) und mit dem Bevel Modifier dem Ganzen etwas mehr Form gegeben.



Abb. 23: Holzmaterial



Abb. 24: Renders des kleinen Regales

Nachdem ich die Grundstruktur hatte, habe ich daraus verschiedene Formen erstellt. Zum Beispiel habe ich noch ein höheres und ein tieferes Regal gemacht.



Abb. 25: Render aus der Szene, Stand 1.4.2024

Globus

Um mehr Dekoratives zu haben und zudem die Wichtigkeit der Sonne zu vermitteln, habe ich eine Art Sonnenglobus gemacht:



Abb. 26: Render der ersten Version des Globus

Das erste Model (Abb. 26) beinhaltet die Sonne in der Mitte und Kreisen drumherum. Das Material der Kreise besteht aus Metall. Den Sockel habe ich mit dem Subdivision Surface Mod so zackig gemacht. Später habe ich noch Zacken bei einem der Kreise hinzugefügt (Abb. 27). Diese sollten einerseits helfen zu zeigen, dass es eine Sonne ist und andererseits sehen sie auch etwas bedrohlich aus, was wieder mir der Geschichte helfen soll.



Abb. 27: Render der zweiten Version des Globus



Abb. 28: Render des Globus in der Werkstatt, Stand 1.4.2024

Dann habe ich die verschiedenen Objekte in der Werkstatt zusammengesetzt. Die Wände bestehen aus einem Cube, dessen Oberfläche ich mit einem Noise Textur und Color Ramp Node Flecken gegeben habe.

Das Fenster war anfangs rechteckig, doch ich entschied mich, es runder zu Formen, wieder mit dem Gedanken, die Wichtigkeit der Sonne darzustellen.

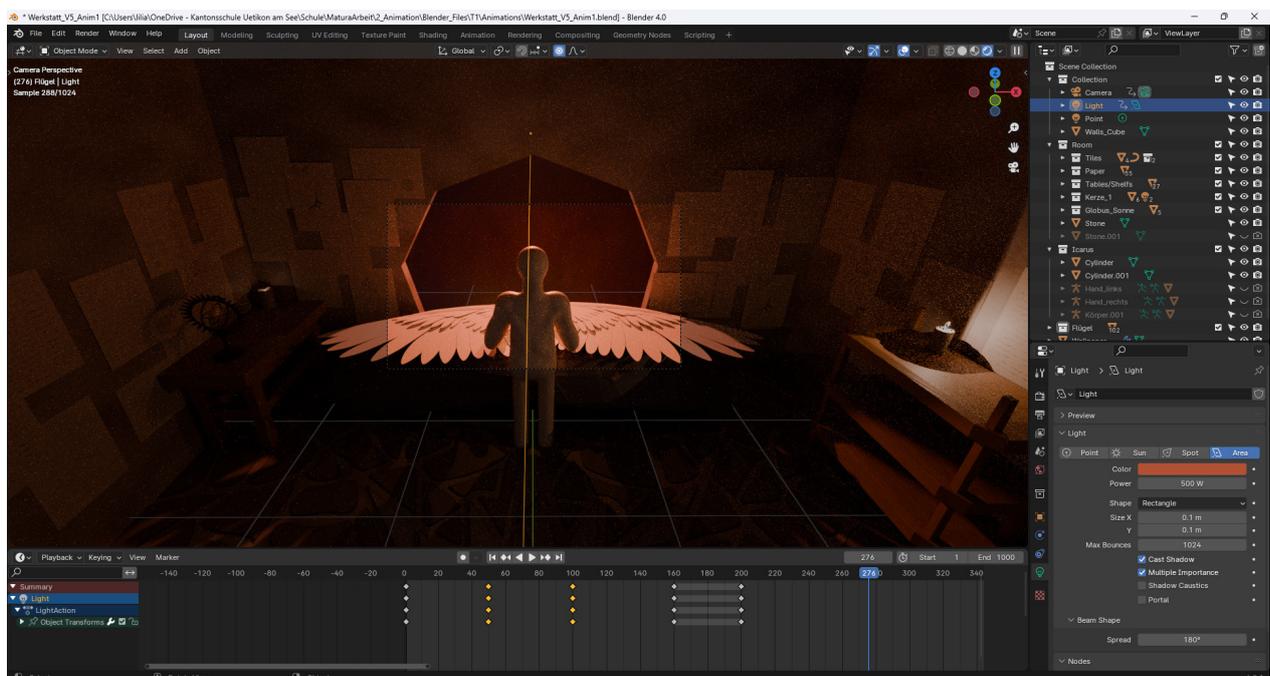
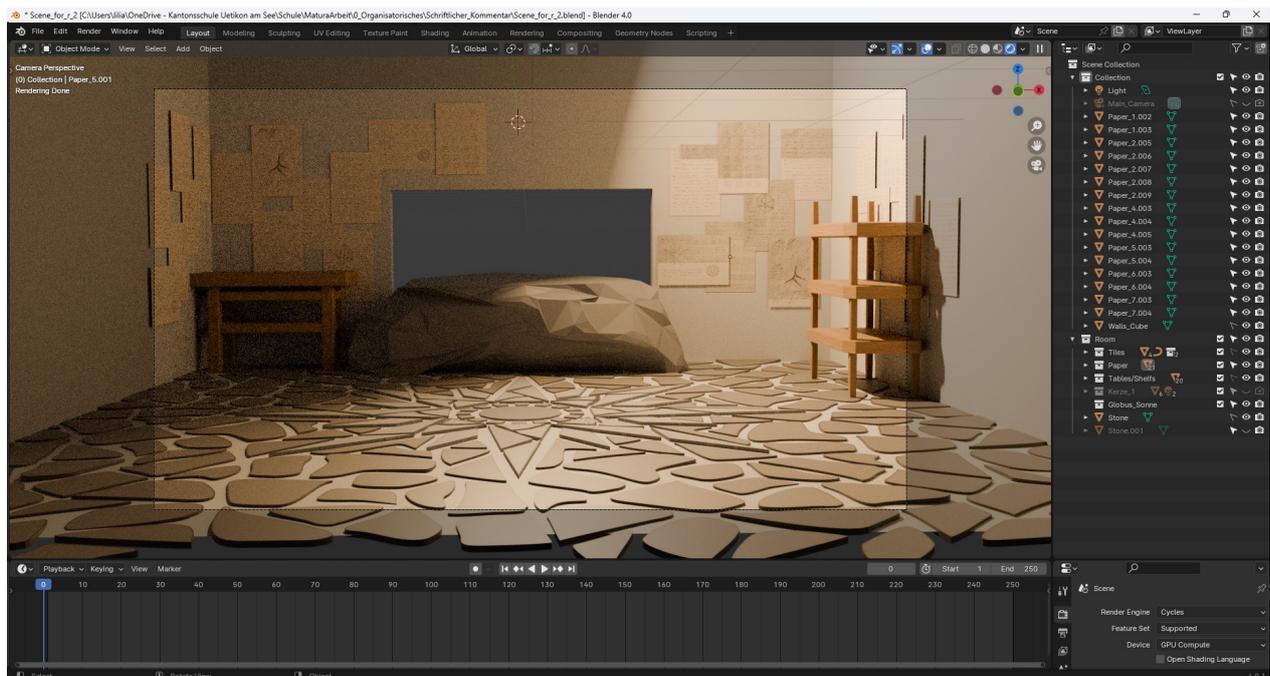


Abb. 29: Zwischenstände der Werkstatt

Ikarus

Für Ikarus habe ich einen Körper modelliert und dabei aus praktischen Gründen das Gesicht weggelassen. Das Modellieren und Riggen des Körpers war von allen Objekten das Schwierigste. Menschliche Körper sind komplexe Strukturen und deshalb eine rechte Herausforderung. Das war mein zweites Mal, dass ich einen solchen komplexen Körper erstellt habe.

Hände

Am Anfang des Filmes sollte sichtbar sein, wie Ikarus an den Flügeln arbeitet. Dafür habe ich die Hände in Blender modelliert. Zuerst habe ich Hände skizziert (Abb. 30), um ein Gefühl für die Formen zu bekommen. Dazu gehört auch eine einigermaßen anatomisch korrekte Skizze der Knochen, welche nachher wichtig ist für die Bewegungen in Blender.

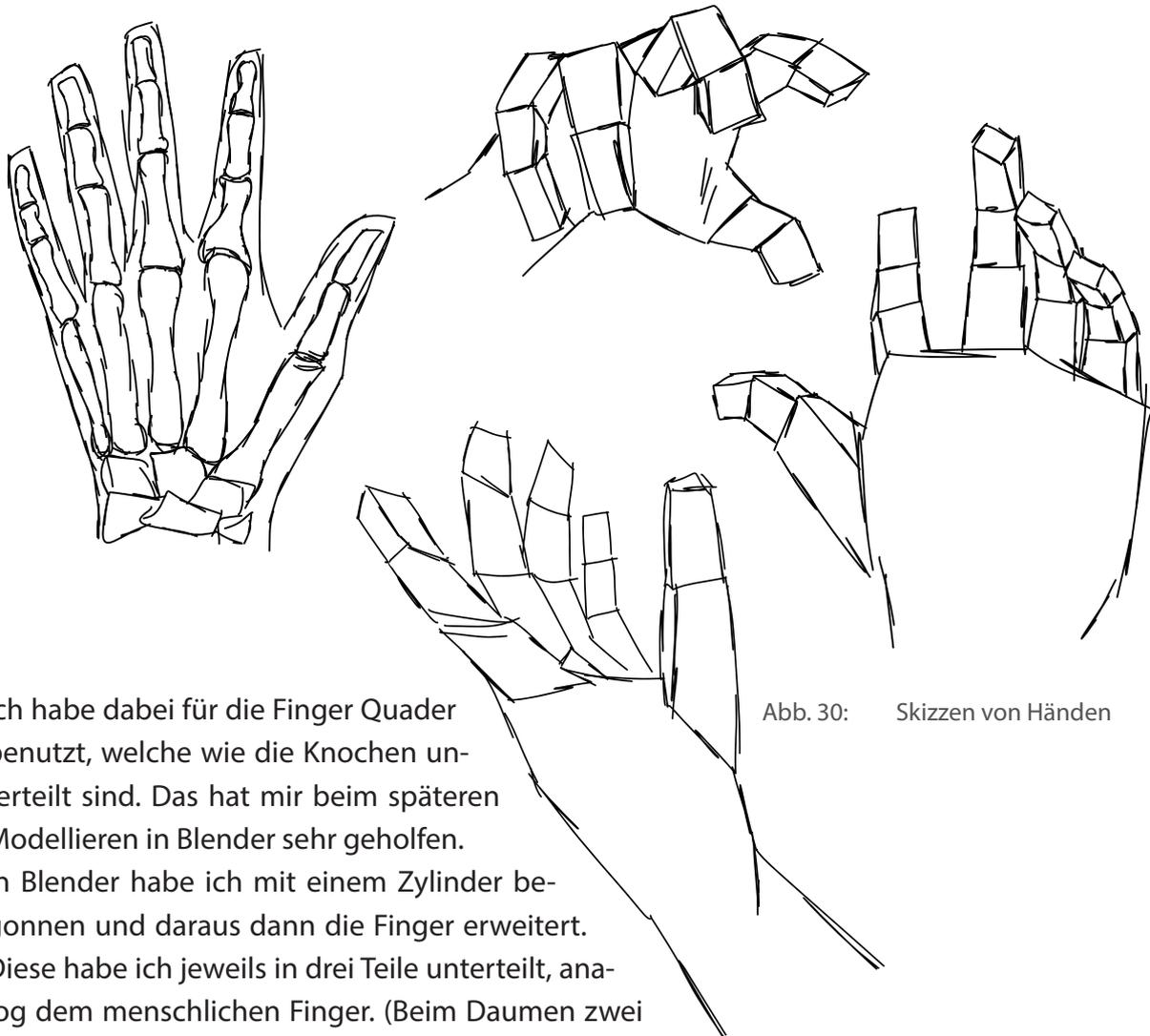


Abb. 30: Skizzen von Händen

Ich habe dabei für die Finger Quader benutzt, welche wie die Knochen unterteilt sind. Das hat mir beim späteren Modellieren in Blender sehr geholfen. In Blender habe ich mit einem Zylinder begonnen und daraus dann die Finger erweitert. Diese habe ich jeweils in drei Teile unterteilt, analog dem menschlichen Finger. (Beim Daumen zwei und bei den anderen Fingern je drei)

Danach habe ich ein Rig hinzugefügt. Es legt fest, wie sich das Mesh bewegt, ohne dass sich etwas am Mesh selbst ändert. Dieses Skelett erlaubt mir, die Finger zu bewegen und die Hand zu animieren. Für die Knochen des Rig habe ich mich an meine Skizze gehalten, also auch wieder drei Knochen pro Finger, respektive beim Daumen zwei.

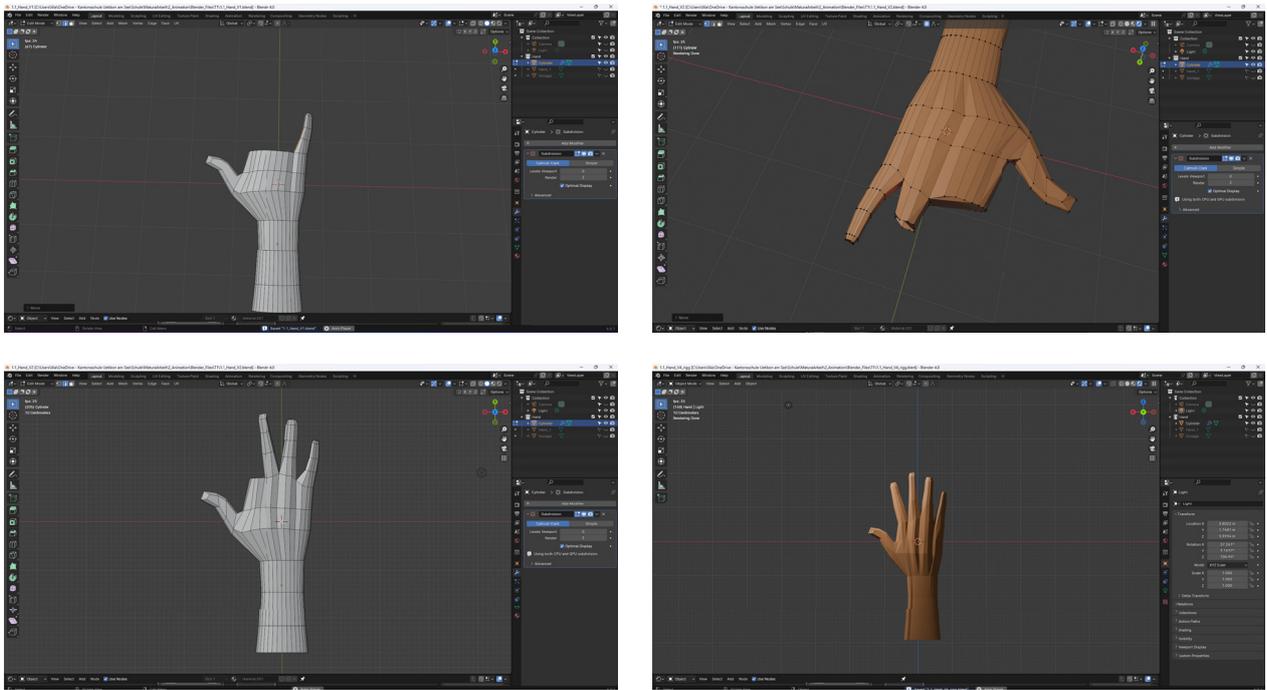


Abb. 31: Prozess der Hand-Modellierung

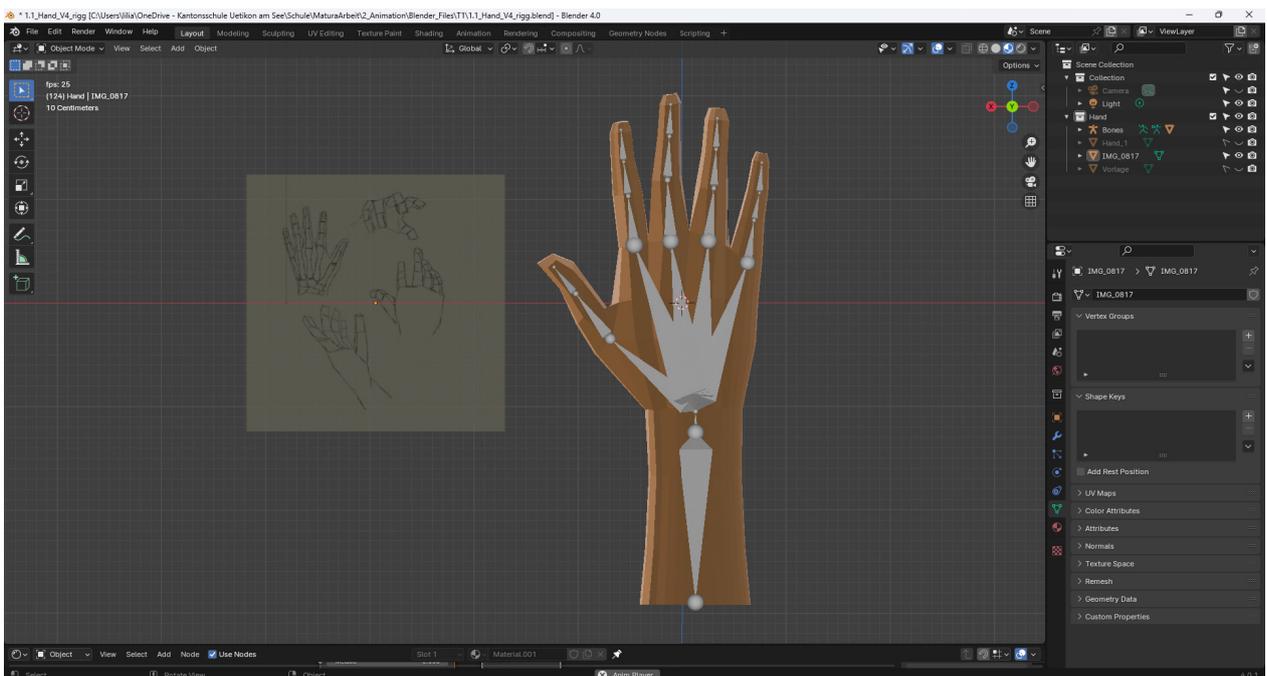


Abb. 32: Rigging der hand

Um die Bewegungen natürlicher wirken zu lassen, habe ich Constraints hinzugefügt, so dass sich die Endglieder bewegen oder rotieren, wenn sich die Mittelglieder bewegen. Dasselbe gilt auch für die Mittelglieder und Grundglieder. Dadurch sind die Finger weniger versteift.

Die Hand sah jedoch etwas schematisch aus und die Haut eher wie Papier (vgl. Abb. 33). Ich wollte aber auch nicht, dass sie zu realistisch aussieht, also habe ich sie low poly gehalten. Im Pose Mode des Rigs habe ich die Finger etwas bewegt und verschiedene Positionen und Posen erstellt.



Das Rig liess sich leicht bedienen, jedoch bewegten sich die Faces manchmal etwas anders, so dass es nicht sehr realistisch aussah.

Im Endeffekt war ich nicht sehr überzeugt vom Papier-Look der Hände, also habe ich das Mesh etwas angepasst, damit es sich richtig bewegt und mit Shade Smooth den Papierlook entfernt.

Abb. 33: Erster Render der Hand in Pose

Anfangs hatte ich noch Mühe mit dem Einsacken von Faces bei gewissen Posen (z.B. Abb. 35), doch durch Verbessern des Meshes wurde es weniger sichtbar.

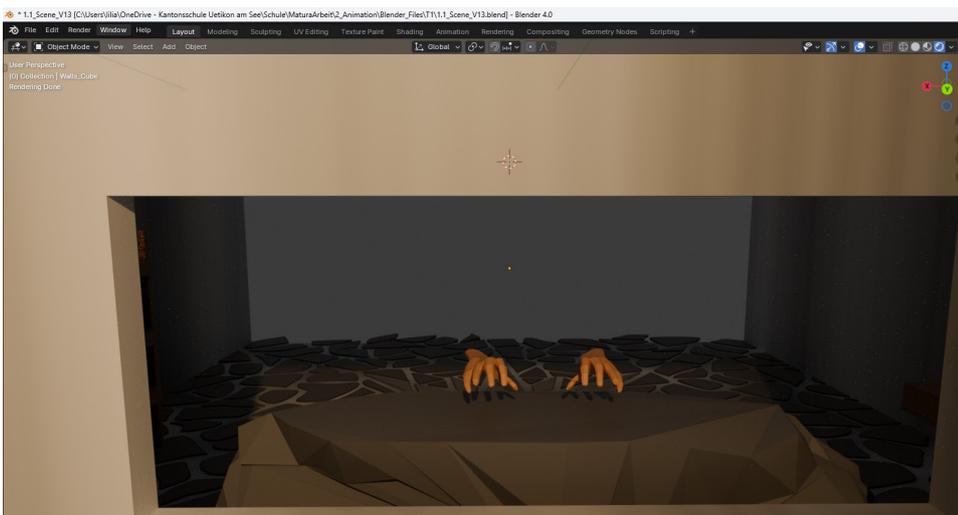


Abb. 34: Hände in der Werkstatt, Stand 17.5.2024



Abb. 35: Hand Pose

Körper

Für den Körper habe ich mit einer UV Sphere begonnen und daraus den Kopf geformt und nicht Stück für Stück runter gearbeitet.

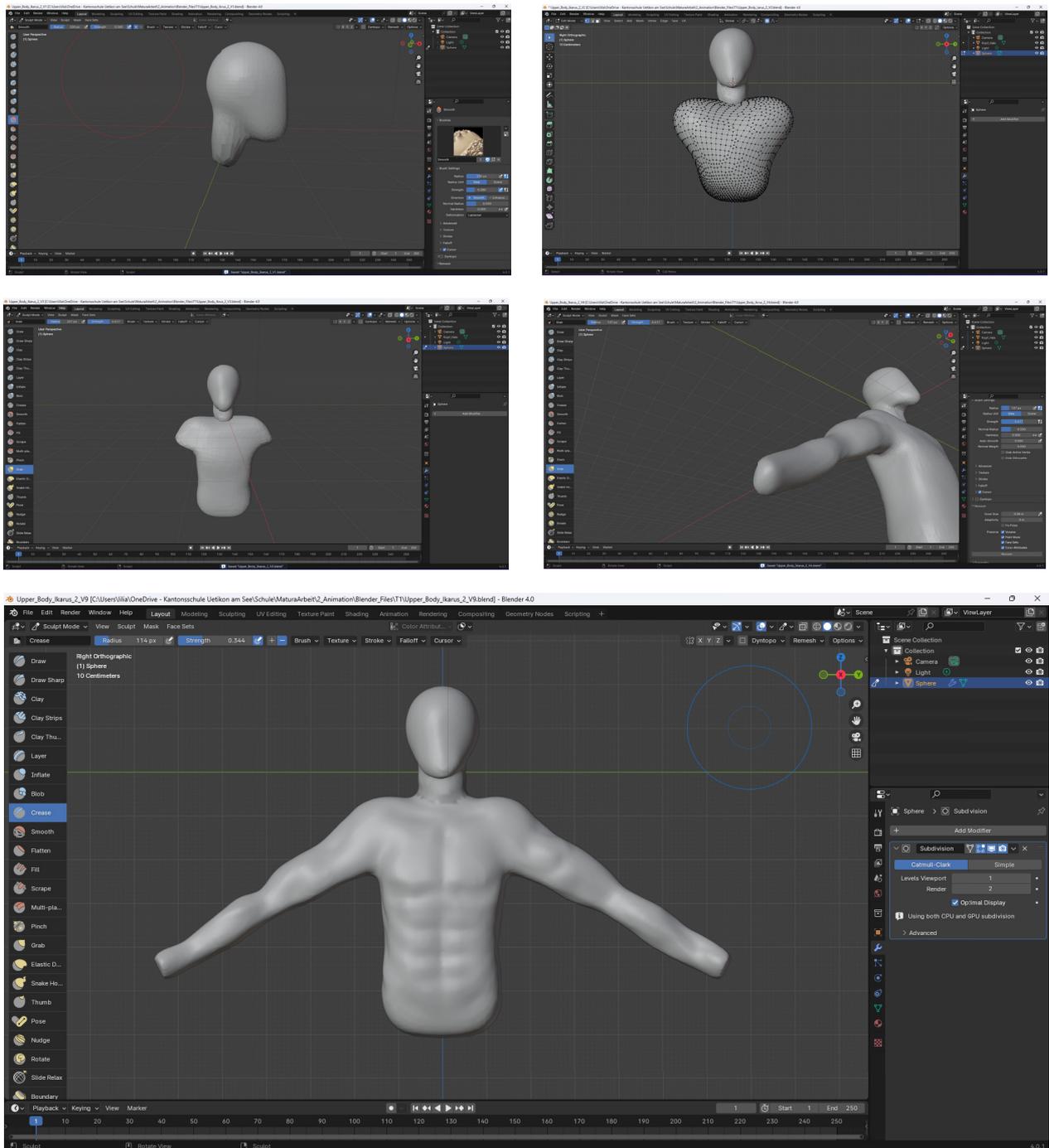


Abb. 36: Prozessbilder: Der Oberkörper

Anfangs wollte ich die Oberfläche simpel halten, jedoch hat mir mehr Detail besser gefallen. Dadurch wurde jedoch das Mesh sehr viel detaillierter.

Das Mesh habe ich dann als Grundlage benutzt, um eine Metallrüstung auszuarbeiten, welche als Kleidung dient und an welcher die Flügel befestigt werden. Ich entschied mich für ein bronzernes Metall. Das Ziel war es, dass es aussieht, als wäre das Metall mithilfe eines Schmiedehammers grob bearbeitet worden, so dass es etwas kantig aussieht. Dafür habe ich als Grundlage ein Youtube Tutorial verwendet (Quelle Y2), um das prozedurale Material im Shader Editor zu erstellen. Ich habe die Parameter dann angepasst, bis mir das Ergebnis gefallen hat. Ich wollte vor allem, dass es sehr grob aussieht und unvollkommen, eben von Hand gemacht.

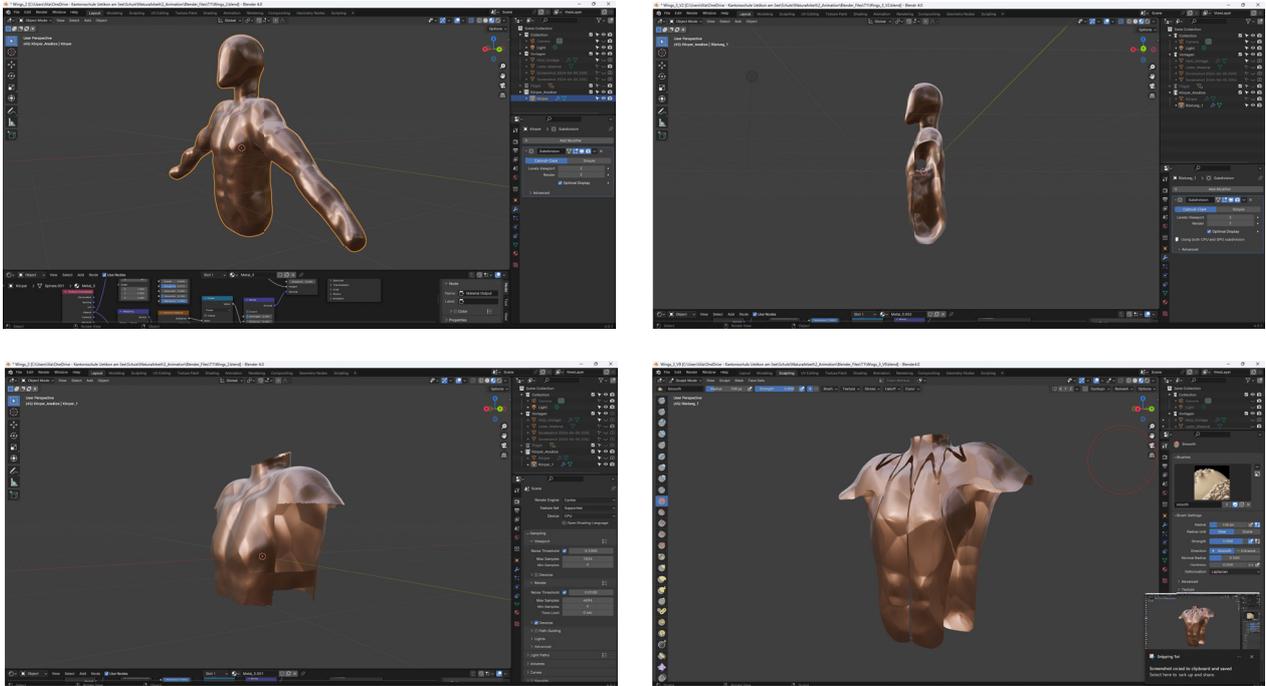


Abb. 37: Prozessbilder: Rüstung

Bei der ersten Version habe ich zuerst ein kurzes Teil erstellt, welches nur auf den Schultern ruht. Das hat mir jedoch nicht gefallen, deshalb habe ich es länger gemacht, da es das Gewicht der Flügel tragen müsste.

Danach habe ich die Rüstung etwas verziert. Um den Hals habe ich Zacken hinzugefügt. Diese sollten einerseits die Sonne repräsentieren. Gleichzeitig sollten sie auch aussehen wie das Kostüm eines Narren. Es zeigt Ikarus als Narren, törricht und naiv.



Abb. 38: Render der Rüstung

Ich wollte noch etwas mehr Detail hinzufügen, also habe ich Federn mit dem Metallmaterial gemacht und diese als Gefieder hinten hinzugefügt, wie bei einem Papagei. Das Ergebnis hat mir nicht gefallen, also habe ich die Federn weggelassen.

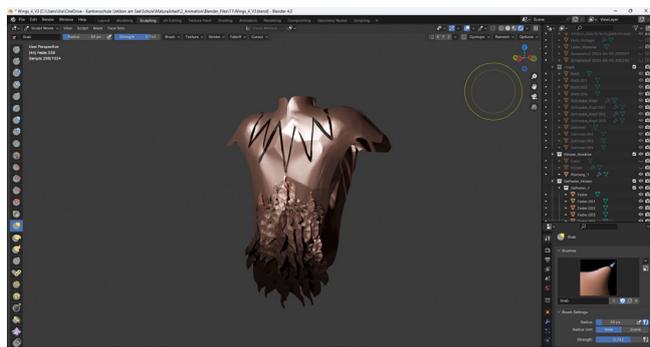


Abb. 39: Rüstung mit Gefieder

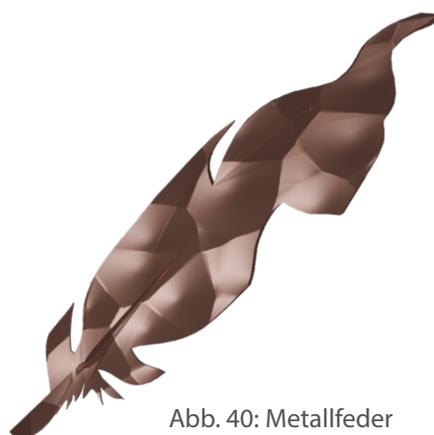


Abb. 40: Metallfeder

Als Kleidungsstück unter der Rüstung habe ich eine Tunika aus dem Körpermesh gemacht. Es ist ein Kleidungsstück, das ungefähr in diese Zeit passt und das gleichzeitig auch leicht zu implementieren war in Blender. Dann habe ich die Hände an den Körper befestigt wobei die Übergänge nicht schön waren und das Ausbessern zu aufwendig gewesen wäre. Also habe ich als praktische Lösung Ikarus Metallarmreifen angelegt (mit dem selben Material wie bei der Rüstung). Dann habe ich ihm noch Beine, Füße und Sandalen gegeben und das Rig erstellt. Damit er nicht eine Glatze hat, habe ich mit ParticleSystem einfache Haare hinzugefügt.

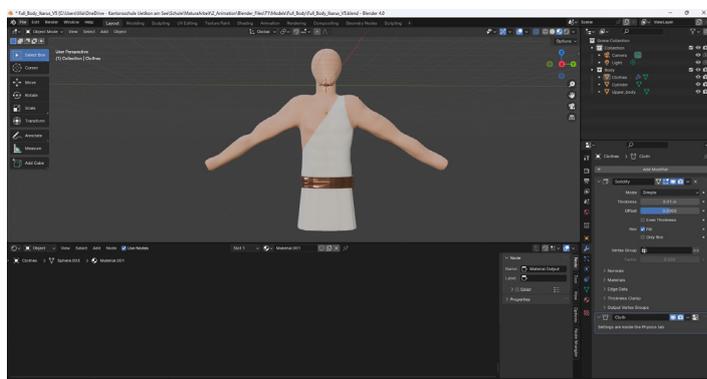


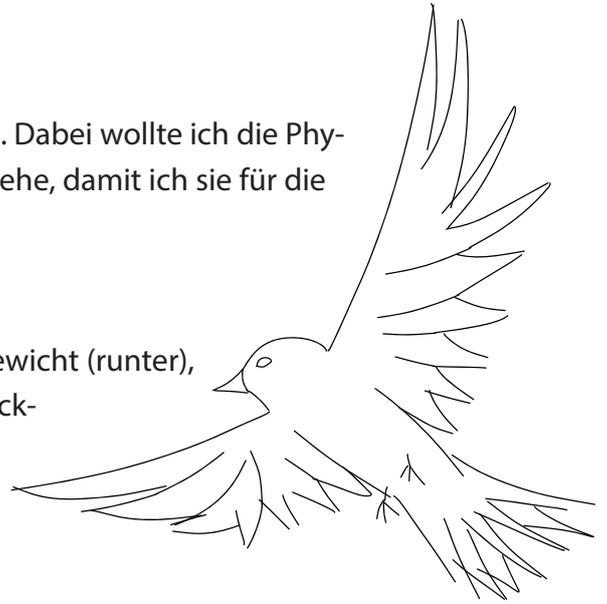
Abb. 41: Körper, Kleidung und Rig

Flügel

Für die Flügel habe ich mich an Vogelflügeln orientiert. Dabei wollte ich die Physik dahinter und die Muskelbewegungen etwas verstehe, damit ich sie für die gebastelten Flügel imitieren konnte.

Recherche Vogelflügel

Während ein Vogel fliegt, wirken vier Kräfte auf ihn: Gewicht (runter), Auftrieb (hoch), Schub (vorwärts) und Widerstand (rückwärts). Das Verhältnis dieser Kräfte bestimmt die Position und Beweglichkeit des Vogels. Beim Fliegen bewegt sich der Vogel nach oben (Abflug) und vorwärts. Damit sich der Vogel vorwärts bewegen kann, muss die Schubkraft grösser sein als die Widerstandskraft (Reibung, Luftwiderstand). Damit er sich aufwärts bewegen kann, muss die Auftriebskraft grösser sein als die Gewichtskraft.



Dies wird erreicht durch die Form der Flügel. Die ProfiOberseite ist nach oben gewölbt, wodurch sie eine geringere Oberfläche hat als die Unterseite. Beim Fliegen umströmt die Luft den Flügel, wodurch die Luft oberhalb des Flügels eine grössere Distanz zurücklegt und sich dadurch schneller bewegt als die Luft unterhalb des Flügels. Dies führt zu einem Unterdruck oberhalb des Flügels und zu einem Überdruck unterhalb. Dadurch ist die Auftriebskraft grösser als die Gewichtskraft (Quellen R5-R11).

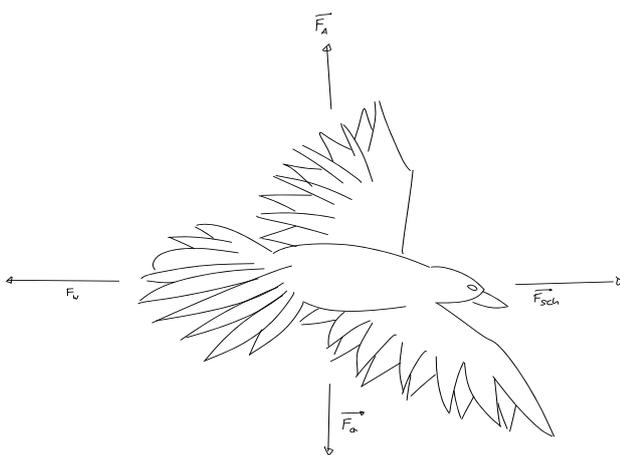


Abb. 42: Vogel im Flug Skizze

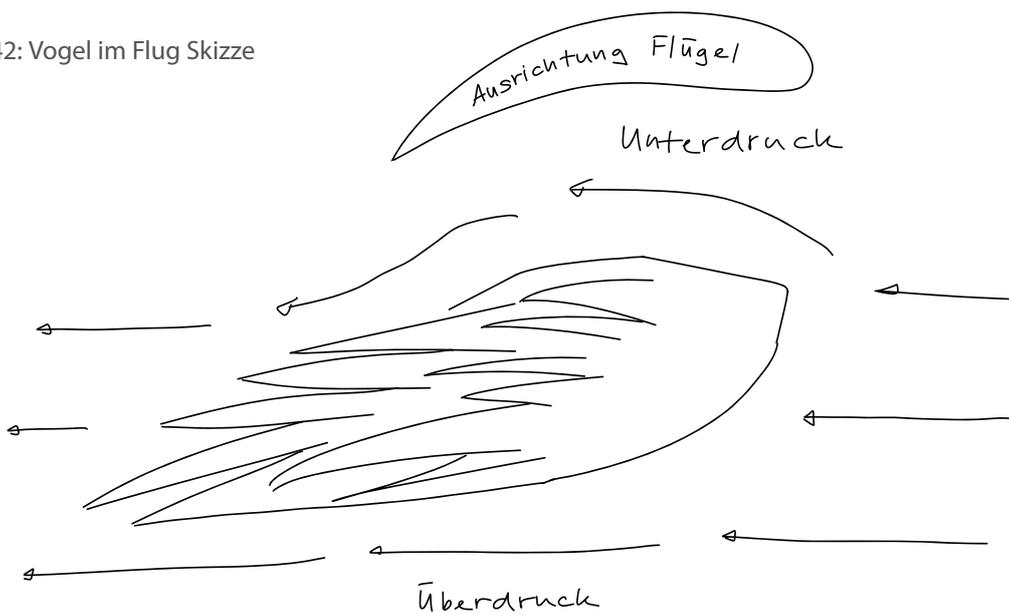


Abb. 43: Luftbewegung

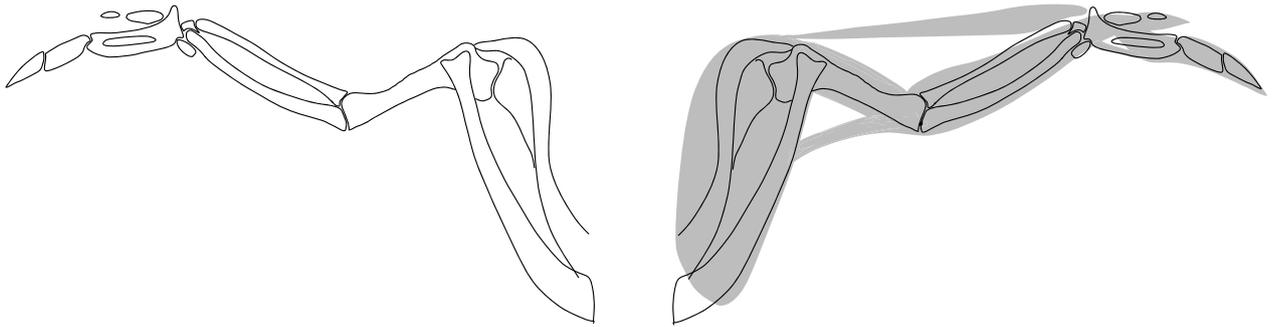


Abb. 44: Skelett von Vogelarmen

Ich habe mich ebenfalls mit der Anatomie von Vogelflügeln befasst, um besser zu verstehen, wie sie sich bewegen und wie ich sie am besten animieren kann. Die Knochen sind ähnlich wie bei einem menschlichen Arm. Sie werden primär bewegt von der Muskulatur (in grau) in der Brust des Vogels. Der Supracoracoideus und Pectoralis sind zuständig für das Heben und Senken der Flügel. Gemeinsam machen sie fast ein Drittel des Körpergewichtes aus.

Das Gefieder ist in drei übereinanderliegenden Schichten angeordnet. Alle Federn reichen bis oben an die Knochen und Muskeln des Armes. Die Armschwingen sind die längsten, die Daumenfittiche die kürzesten. Der Aufbau der Federn ist so optimiert, dass der Luftwiderstand massgeblich verringert wird. Die Federn sind sehr dünn und flach, mit einer leichten Wölbung (Quellen R5-R11).



Abb. 45: Aufbau eines Vogelflügels

Recherche Ikarus-Flügel in Gemälden

Um mir ein besseres Bild verschaffen zu können, habe ich die Darstellung von Ikarus und seinen Flügeln in der Kunst betrachtet. Die Flügel sind meist an den Oberarmen oder Handgelenken mit einem Lederband befestigt (zum Beispiel bei Gowy).

Ebenfalls ist mir aufgefallen, dass die Flügel, respektive die Federn, oft weiss sind. Ich habe nach einer Begründung gesucht, aber keine spezifische gefunden. In den zwei Übersetzungen von Ovids Metamorphosen, welche ich geprüft habe (Quelle R12), steht nichts zur Farbe der Federn oder der Vogelart, von welcher sie gewonnen wurden.

Eine mögliche Erklärung ist, die Tatsache, dass Weiss oft für Unschuld und Naivität steht. Dies hat mich dazu veranlasst, meine Flügel grundsätzlich weiss zu halten. Sobald Ikarus jedoch zu hoch fliegt, sollten sie anfangen zu brennen, oder zumindest ihre Farbe zu ändern. Sie werden nicht mehr weiss sein, die Unschuld geht verloren.



Abb. 46: Der Fall des Ikarus - Merry Joseph Blondel, 1819



Abb. 47: The Fall of Icarus - Jacob Peter Gowy, 1635 - 1637



Abb. 48: The Lament for Icarus - Herbert James Draper - 1898

Bau der Flügel

Beim modellieren der Flügel in Blender habe ich mehrere Anläufe gebraucht, bis sie mir gefallen haben.

Flügel Nummer 1

Zuerst habe ich Flügel gebaut, welche mechanisch inspiriert sind. Sie sollten aussehen wie nachgebaute Vogelflügel, als hätte Ikarus sie in seiner Werkstatt erstellt. Für die Knochen habe ich Holzstücke verwendet und für die Gelenke Zahnräder, welche durch Seil oder Lederriemen bewegt werden sollten (siehe Abb. 49). Dafür habe ich dann zuerst das Grundgerüst gebaut.

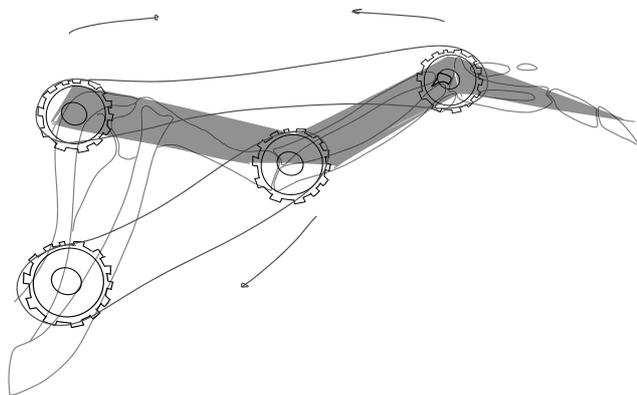


Abb. 49: Skizze für das Flügelgerüst

Für die Holzbretter habe ich das Material verwendet, welches ich bereits für die Regale benutzt habe, für die Zahnräder das Metall.

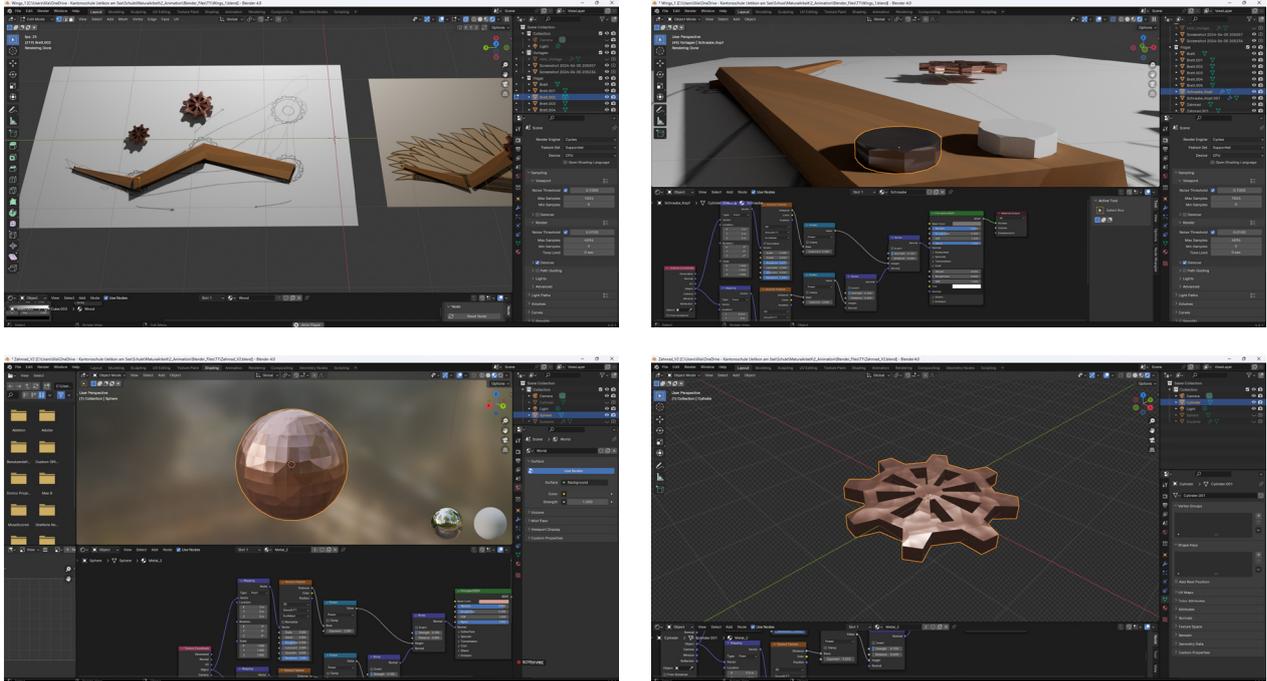


Abb. 50: Prozessbilder für Flügel Nummer 1

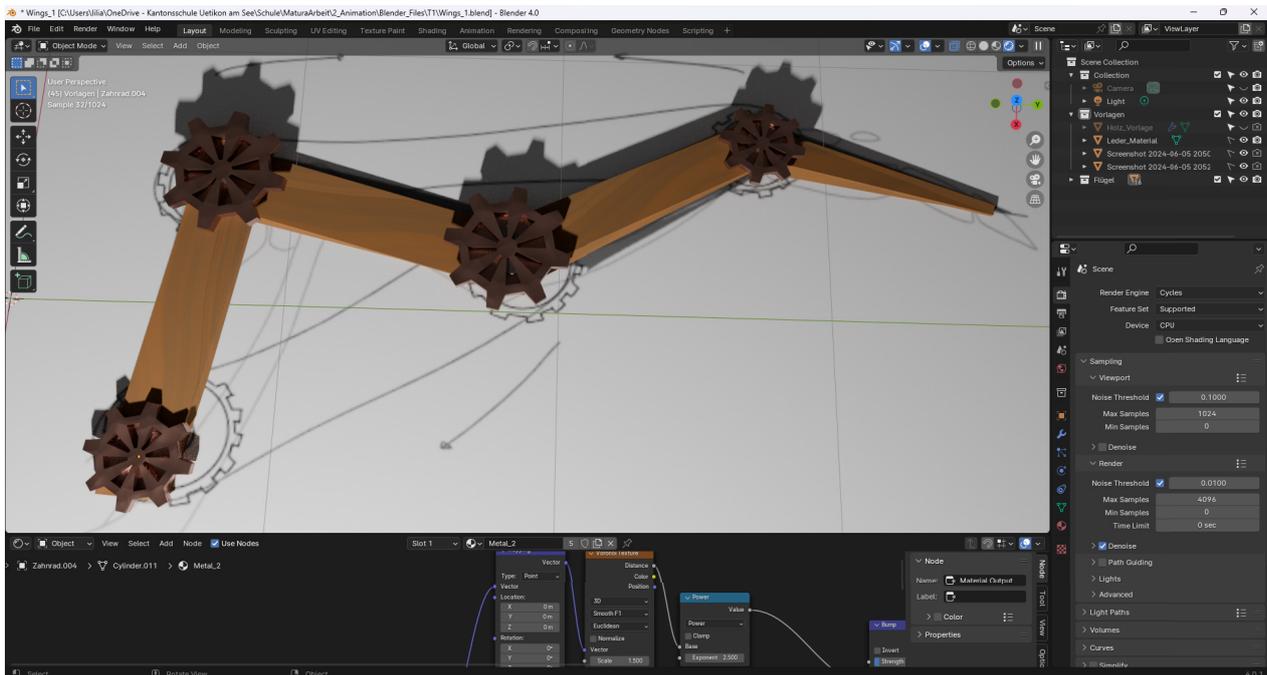


Abb. 51: Gerüst für Flügel Nummer 1

Das Ergebnis hat mir nicht gefallen, und als ich ein Probe Rig erstellt habe, hat sich das Ganze auch seltsam bewegt. Also habe ich die Idee von mechanisch aussehenden Flügeln verworfen und mich auf echte, hübsche Flügel fokussiert. Im Endeffekt war mir die Ästhetik und die Schönheit wichtiger als der Realismus.

Flügel Nummer 2

Für den zweiten Versuch habe ich mich mehr auf die Federn als auf die Mechanik fokussiert. Dabei habe ich meine Skizze (Abb. 45) als Grundlage genutzt sowie ein YouTube-Tutorial als Inspiration (Quelle Y3).

Für das Gefieder habe ich zuerst den Ansatz erstellt und dann Federn durch Planes gemacht. Ich habe versucht, die leichte Wölbung der Vogelflügel einzuarbeiten.

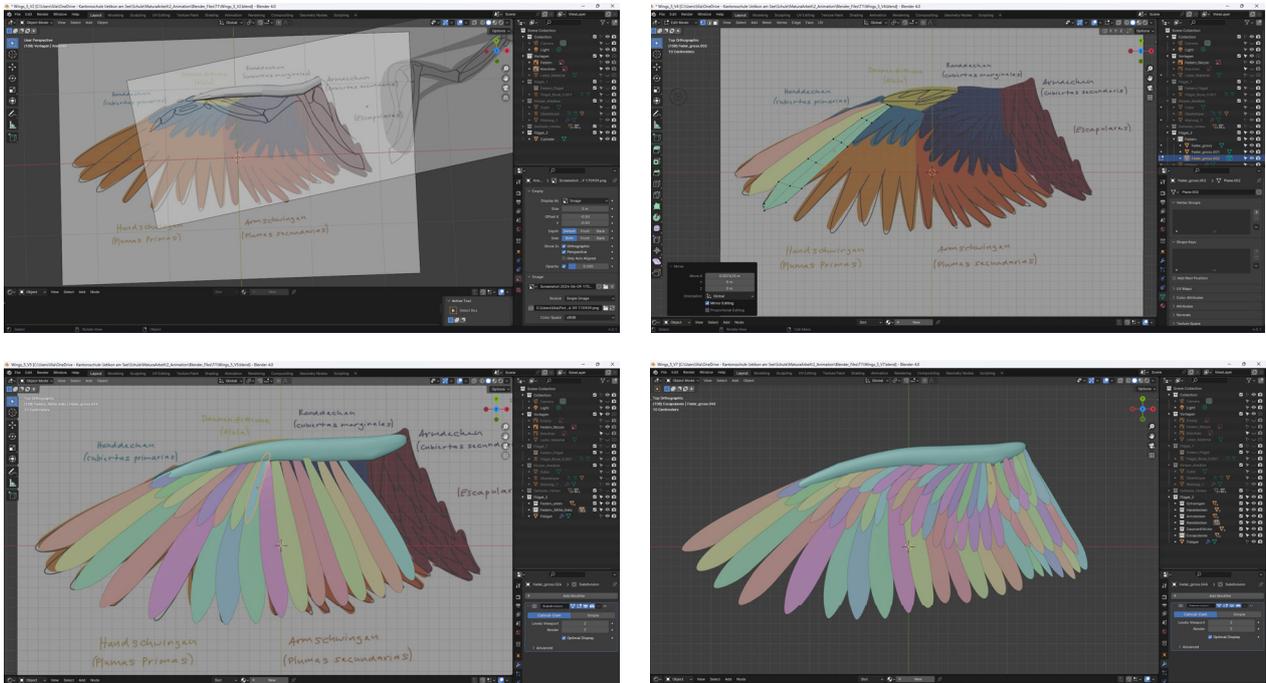


Abb. 52: Prozessbilder für Flügel Nummer 2

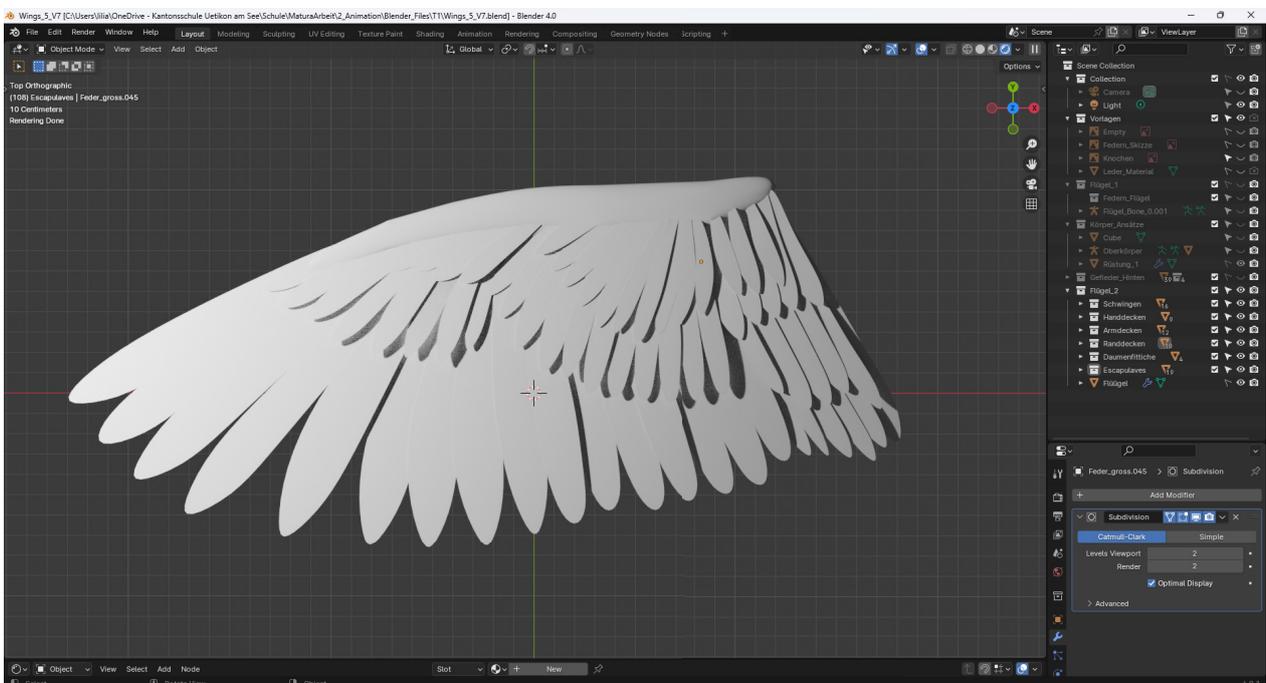


Abb. 53: Flügel Nummer 2

Sie war zwar noch nicht fertig, doch ich war auch mit dieser Version nicht zufrieden. Mir hat die Form nicht gefallen, und ich wollte mehr Detail in den Federn zeigen.

Flügel Nummer 3

Für den nächsten Versuch habe ich erstmals die Federn in Procreate gezeichnet. Dafür habe ich für alle die selbe Form gebraucht, aber andere Farben (Siehe Abb. 54). Diese habe ich dann als .psd exportiert und in Blender als Image Texture benutzt.



Abb. 54: Federn für die Flügel

Grundsätzlich habe ich mich an den Aufbau aus Abb. 45 gehalten. Begonnen habe ich mit Hand- und Armschwingen. Die Farben habe ich schlicht gehalten: die Handschwingen haben weiße und graue Federn und die Armschwingen eher beige und goldene. Von der vorherigen Flügelversion wusste ich, dass ich nur eine Schicht an Federdecken haben wollte (anderst als in Abb. 45) um die Flügel nicht zu überladen. Also habe ich die Hand- und Armdecken weggelassen. Für die Randdecken habe ich blaue Federn benutzt und für die Daumenfittiche die orangen und gelben Federn. Ich habe mich entschieden, den Flügeln etwas Farbe zu geben, denn ich wollte nicht, dass sie ganz weiss sind. Für die letzte Version der Flügel habe ich mich dann dagegen entschieden, die blauen Federn zu nutzen, weil es zu überladen war.

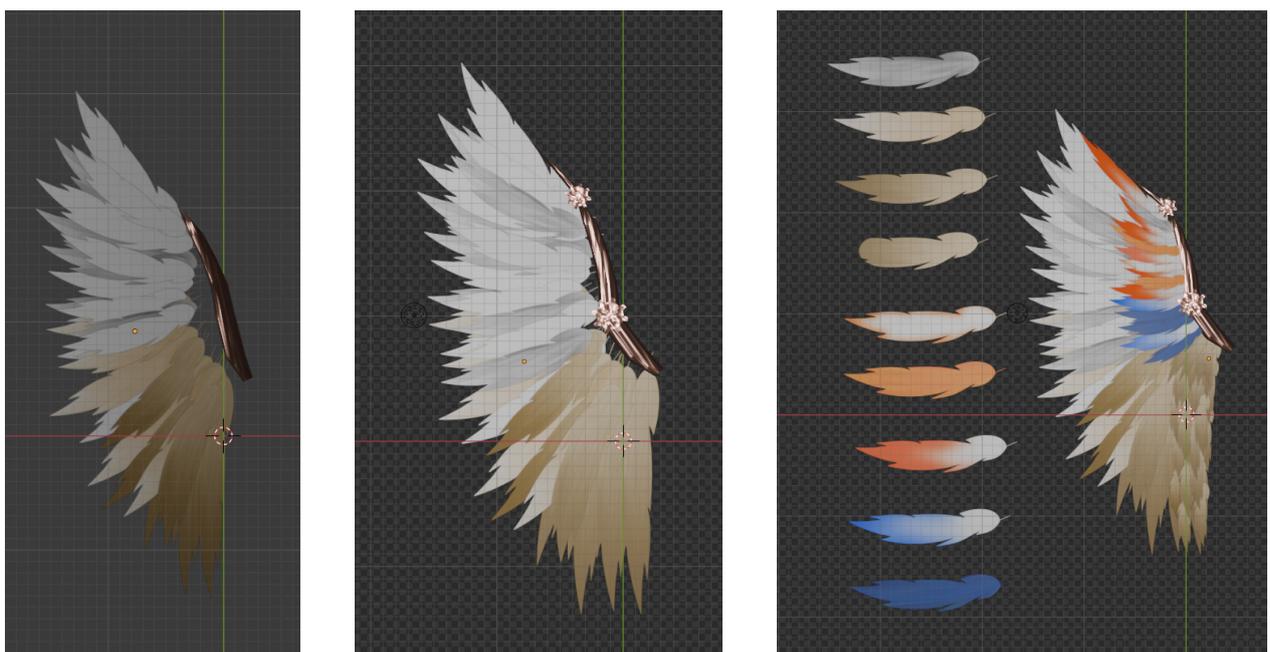


Abb. 55: Prozessbilder für Flügel Nummer 3

Bei den Kontrollrendern ist mir aufgefallen, dass die Federn sich komisch überlappten und seltsam mit dem Licht interagierten und Schatten warfen, wo sie nicht sollten (Siehe Abb. 56 und Abb. 57). Ich habe später den Grund dafür gefunden. Ich hatte einen Fehler gemacht bei der Textur, habe mir jedoch überlegt, die Flügel so zu lassen. Dieser halbdurchsichtige Effekt hat mir, wenn auch nicht beabsichtigt, gut gefallen.

Doch als ich gesehen habe, wie die Federn in einer Szene mit anderen Objekten und mehreren Lichtquellen erscheinen (siehe Abb. 58), sah es nicht richtig aus. Also habe ich den Fehler doch behoben.



Abb. 56: Kontrollrender der Flügel 1



Abb. 57: Kontrollrender der Flügel 2

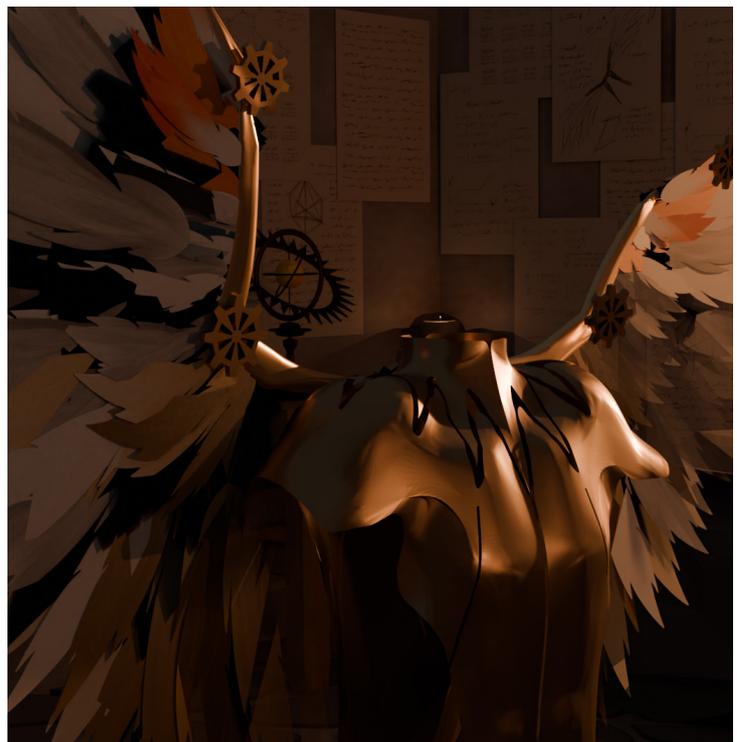


Abb. 58: Render der fehlerhaften Flügel in der Werkstatt

Nachdem die Flügel fertig waren, habe ich etwas experimentiert mit der Rüstungsfarbe. In der engeren Auswahl standen vier Optionen: Schwarz, silber, rot und gold. Silber war eine Option, weil es einen kühlen, blauen Unterton hat und dadurch einen Kontrast bildet zu den Warmtönen der Flügel. Rot hat mir gefallen, da es die Orangetöne an den Spitzen der Flügel besser zur Geltung bringt. Am Ende habe ich mich für das goldene entschieden, da es am besten zu den anderen Farben passt.



Abb. 59: Verschiedene Rüstungsfarben

Für das Rig der Flügel habe ich den "Arm" in 3 Teile unterteilt und ausgehend von den jeweiligen Bones den Federn Bones gegeben und diese den Arm-Bones untergeordnet.



Abb. 60: Fertiger Flügel

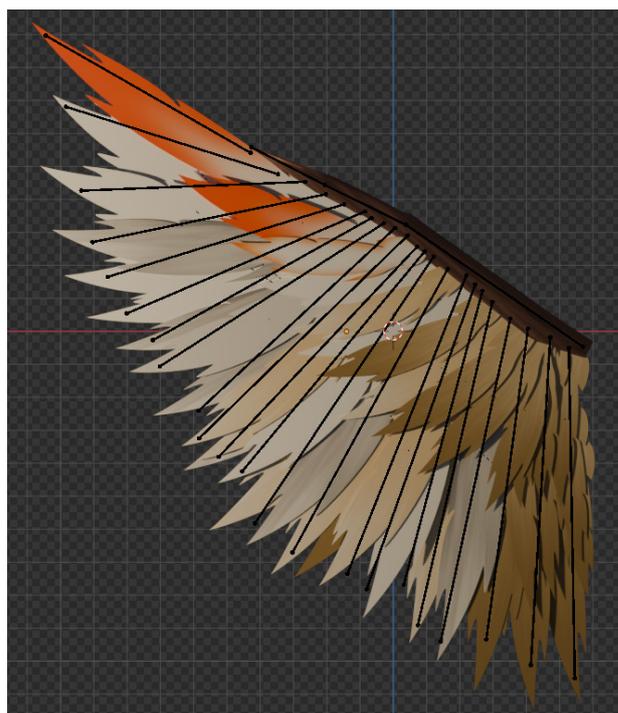


Abb. 61: Fertiger Flügel mit Rig



Abb. 62: Render der fertigen Flügel mit Rüstung 1



Abb. 63: Render der fertigen Flügel mit Rüstung 2

Motte

Die Motte sollte von weitem hübsch aussehen und auffällig wirken. Aus der Nähe jedoch sollte sie unheimlich und angsteinflößend scheinen.

Körper

Begonnen habe ich wieder mit etwas Recherche über den Körperbau eines Nachtfalters und wie er sich bewegt (Quellen R13-16). Für die Grundstruktur habe ich einen Zylinder genutzt und daraus den Körper gebaut. Diesen habe ich eingeteilt in Kopf, Thorax und Abdomen. Für die Beine habe ich mich grob an den anatomischen Aufbau gehalten. Am Kopf habe ich für die Augen Höhlen eingeschnitten und Spheres plaziert. Zuerst wollte ich als Material die typischen Facettenaugen machen, doch ich habe gemerkt, dass dies viel zu aufwendig wäre und Schwierigkeiten bei der Renderzeit bereiten würde. Also habe ich als Material schwarzes Glas gemacht. Am Schluss sind noch die Fühler dazugekommen.

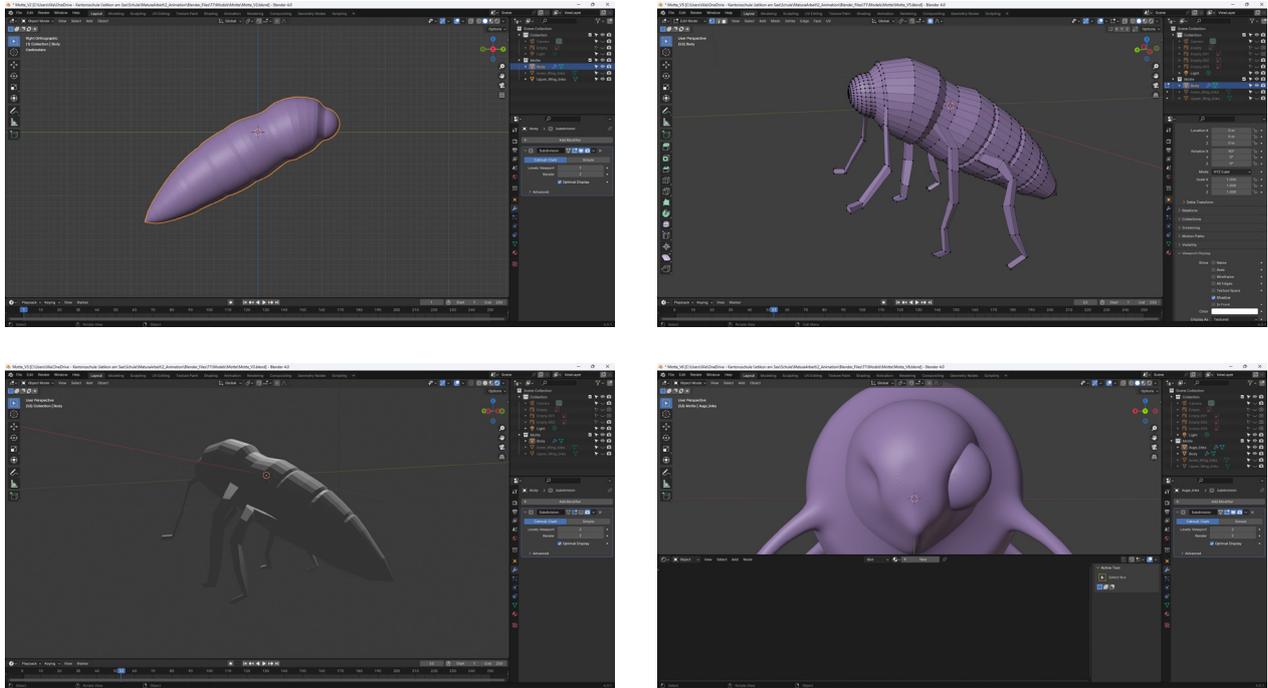


Abb. 64: Prozess der Motte

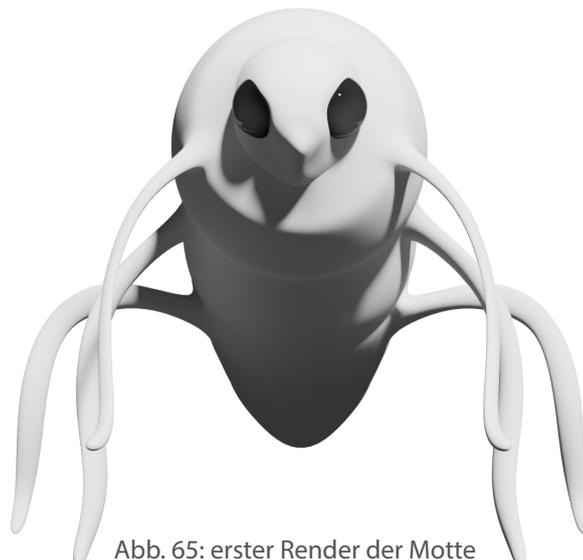


Abb. 65: erster Render der Motte

Für die Oberfläche des Körpers habe ich verschiedene Brauntöne verwendet und später auch noch zwei "Ringe" mit blau und orange hinzugefügt.

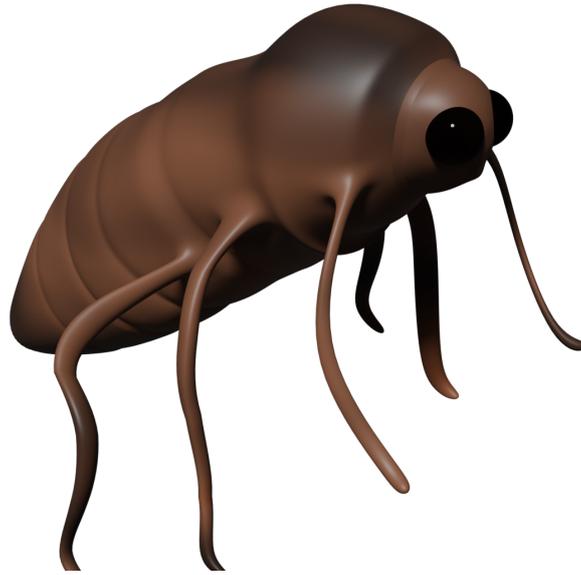


Abb. 66: Render der Motte mit Material für Körper

Flügel

Für die Flügel habe ich die Oberfläche in Procreate gezeichnet. Ich wollte, dass der Betrachterin die Flügel ins Auge stechen. Um das zu erreichen, habe ich einerseits knallige Farben verwendet und auch darauf geachtet, dass die Geschichte etwas dargestellt wird: Auf dem oberen Flügel im rechten Bereich gibt es einen Kreis, ähnlich wie ein Auge auf dem Flügel des Tagpfauenauges. Dieser Kreis stellt die Sonne dar. Unten links ist die verschmierte Silhouette von Ikarus, während er fliegt. Der untere Flügel stellt das Meer dar, in welches Ikarus abstürzt.

Die fertig erstellten Flügel habe ich dann wieder als .psd exportiert und als Image Texture in Blender verwendet. Die Flügel in Blender sind Planes, welche ich geformt habe.

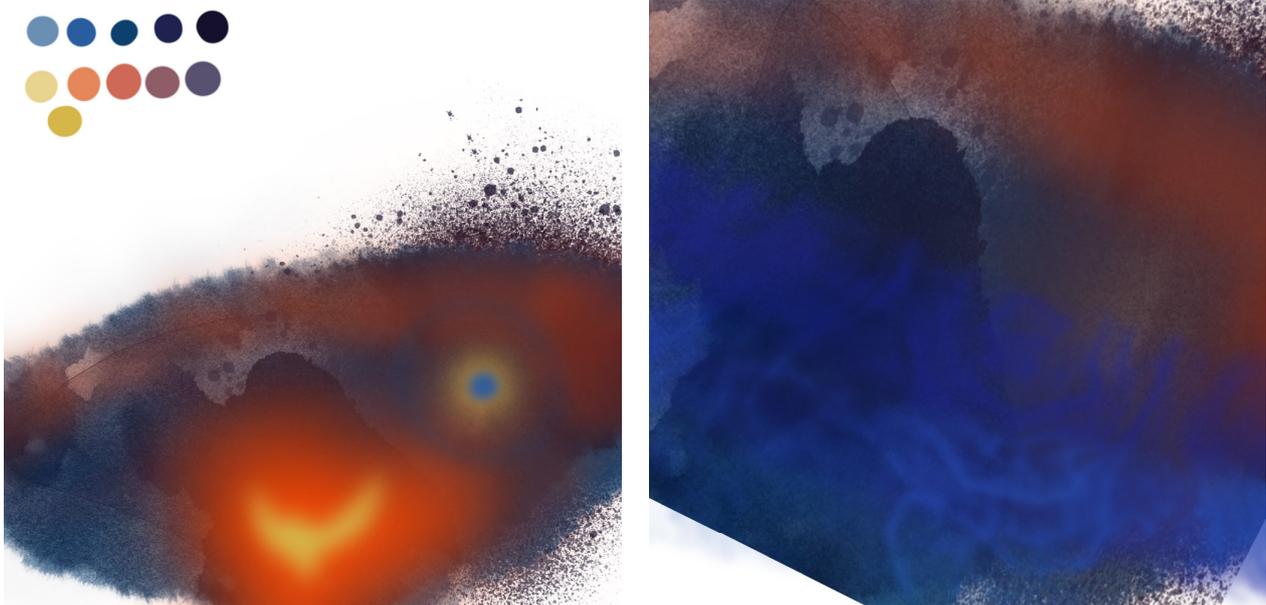


Abb. 67: Zeichnungen für den oberen (links) und unteren (rechts) Flügel

Die Textur der Flügel sollte der Textur von Mottenflügeln gleichen. Dafür habe ich mit dem ParticleSystem Haare simuliert und diese sehr kurz und dicht gehalten. Das Ergebnis hat mir sehr gefallen. Teilweise hatte Blender etwas Mühe mit den Haaren und hat verrückte Sachen gemacht, wie zum Beispiel im Bild auf Seite 18.

Als ich eine Test-Animation gerendert habe, hat es über zwei Stunden pro Frame gebraucht, was eine unmögliche Zeit gewesen wäre, um die ganze Animation so zu rendern. Also musste ich leider die Haare wieder entfernen.

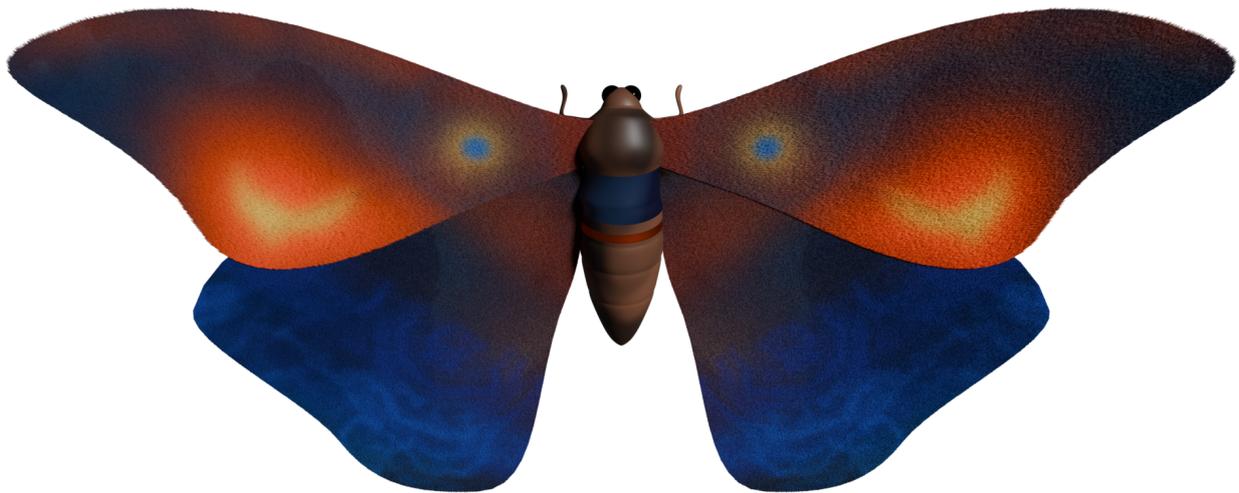


Abb. 68: Render der Motte mit Fell auf Flügeln



Abb. 69: Render der Motte ohne Fell, mit Fühlern

Himmel

Im zweiten Teil des Filmes fliegt Ikarus der Sonne entgegen. Für diese Szenen wollte ich Wolken und die Sonne haben.

Wolken

Als erstes habe ich etwas recherchiert, um herauszufinden, wie und was die beste Art ist, in Blender Wolken zu kreieren (Quellen Y4-10) und die Grundstruktur aus den Tutorials nachgebaut. Ich wollte, dass die Wolken flächendeckend genutzt werden konnten. Ich habe verschiedene Methoden ausprobiert (siehe Abb. 70) und im Endeffekt einige kombiniert und die Wolken prozedural erstellt. Dadurch konnte ich Parameter verändern und die Wolken nach meinen Belieben anpassen.

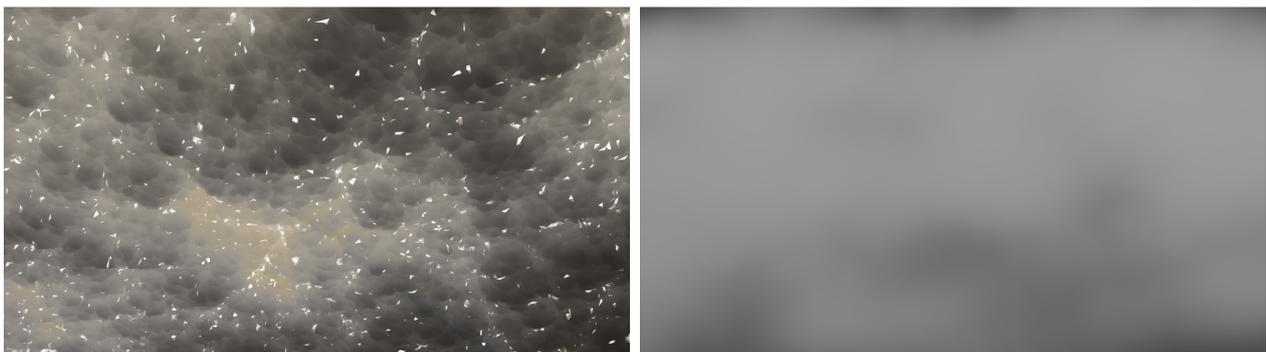


Abb. 70: Sammlung von Rendern von verschiedenen Wolken

Sonne

Für die Sonne habe ich eine UV-Sphere genutzt und sie durch Emission scheinen lassen.

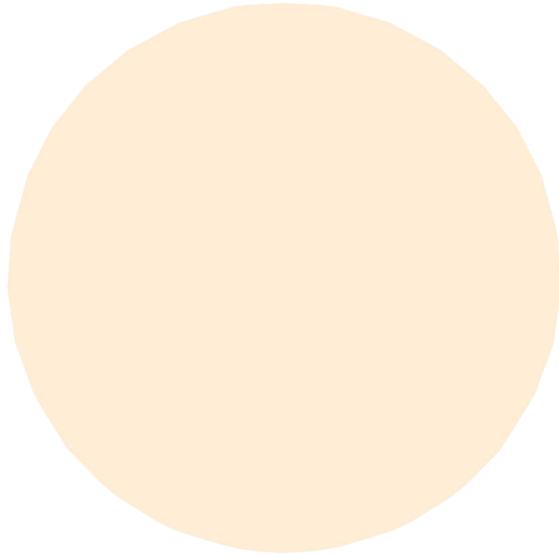


Abb. 71: Erste Version der Sonne



Abb. 72: Erste Version der Sonne in Wolken

Experimentieren mit Oberflächen

Bei den Oberflächen bin ich grundsätzlich mit dem Ziel herangegangen, einen NPR-Look (Non-Photorealistic Rendering) zu erreichen, also ein stilisiertes Ergebnis zu erzielen. Ich hatte zwischendurch überlegt, einen gemalten Stil nachzuahmen. Dafür habe ich mit verschiedenen Materialien und Methoden experimentiert.

Nach einiger Recherche (Quellen Y11-15) habe ich folgende Möglichkeiten gefunden:

Eine erste Möglichkeit besteht darin, die UV-Maps der Objekte einzeln zu bemalen, zum Beispiel in Photoshop (wie bei den Federn) und dann zu importieren. Das ist die Option mit den meisten künstlerischen Freiheiten, aber auch die aufwendigste, da jedes Objekt einzeln bemalt werden muss. Also habe ich mit prozeduralen Methoden experimentiert, welche automatisiert sind und bei welchen das Material sozusagen programmiert wird (im Shader Editor oder mit Geometry Nodes). Das Ergebnis sah nicht schlecht aus (siehe Abb. 73), aber das Material, angewandt auf meine Objekte (bspw. der Steintisch), sah es nicht wirklich gut aus.

Eine weitere, sehr aufwendige Methode besteht darin, die Wahrnehmung der Kamera zu ändern statt die Oberfläche (Quelle Y15). Jedoch ist der zu programmierende Aufwand immens, also habe ich diese Idee wieder verworfen.

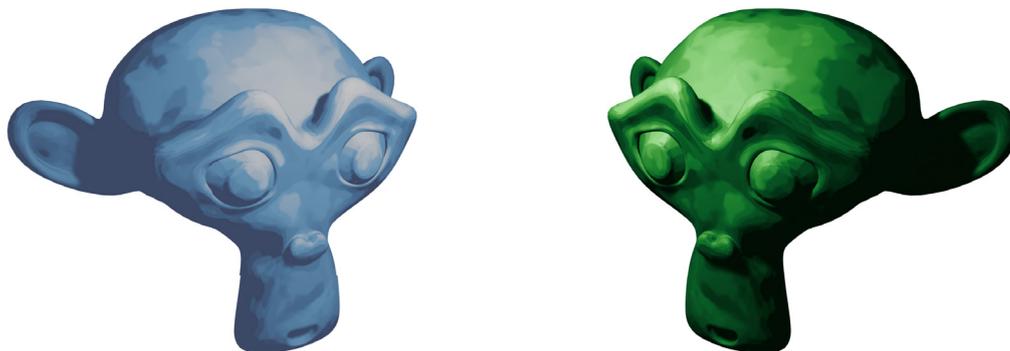


Abb. 73: Experimente mit einem Shader

Dank der Empfehlung von Johannes Köberle habe ich eine Option mit Adobe Substance Painter 3D ausprobiert. Dabei habe ich die Objekte exportiert und in Substance Painter importiert und mit Presets und Brushes des Programms die Textur erstellt. Nachdem ich bei einigen Objekten diese Methode angewendet hatte, habe ich beschlossen sie nicht zu brauchen, da mir die Ergebnisse in Kombination mit in Blender erstellten Textures nicht gefallen haben, und diesen Prozess für alle Objekte anzuwenden, kam aus Aufwand- und Zeitgründen nicht in Frage.

Im Endeffekt habe ich eine Kombination der Methoden genutzt. Für gewisse Objekte habe ich die UV Map exportiert und in externen Projekten gemalt, für andere habe ich in Blender Shader erstellt.

Szenenmontage

Bevor es mit dem Animieren weitergehen konnte, musste ich zuerst die Szenen vorbereiten, das heisst alle Objekte zusammenstellen und Licht und Kamera vorbereiten.

Ich habe drei Szenen, die Werkstatt, die Umgebung beim Ansatz zum Flug und die Umgebung beim Flug und Sturz. Bei der ersten war vor allem die Komposition der Objekt auf dem Tisch wichtig. Dort habe ich z. B. eine kleine Blutlache hinzugefügt, um zu zeigen, dass die Federn von Vögeln stammen. Für die mittlere habe ich die Werkstatt als Vorlage genommen und ein "Tor zum Himmel" gebaut (siehe Abb. 75)



Abb. 74: Scene Assembly der Werkstatt



Abb. 75: Scene Assembly des zweiten Teils

Animation

Beim Animieren wird die Position und Rotation eines Objektes über die Zeit verändert, es wird also bewegt. In Blender kann man im Timeline-Editor Keyframes setzen. Sie definieren Positionen, Rotationen, Skalierungen oder andere Eigenschaften eines Objekts zu bestimmten Zeitpunkten. Blender interpoliert die Bewegung zwischen diesen Keyframes, um flüssige Animationen zu erzeugen.

Beim Animieren habe ich versucht, die 12 Prinzipien der Animation (Quelle R17) umzusetzen und durch Beobachtungen, wie zum Beispiel der Bewegung meiner eigenen Hand, ein besseres Verständnis für die Dynamik und Natürlichkeit der Bewegungen zu entwickeln.

Mein Animationsprozess begann ich mit dem Setzen von Keyframes. Wenn ich nicht zufrieden war mit der automatischen Interpolation, also der Bewegung der Objekte zwischen den Keyframes, die Blender gemacht hat, habe ich im Graph-Editor die Bewegungskurven der Objekte angepasst. Dadurch können die Bewegungen durch Bezier-Kurven verändert werden, um präzise Kontrolle über Geschwindigkeit und Beschleunigung der Animationen zu erhalten.

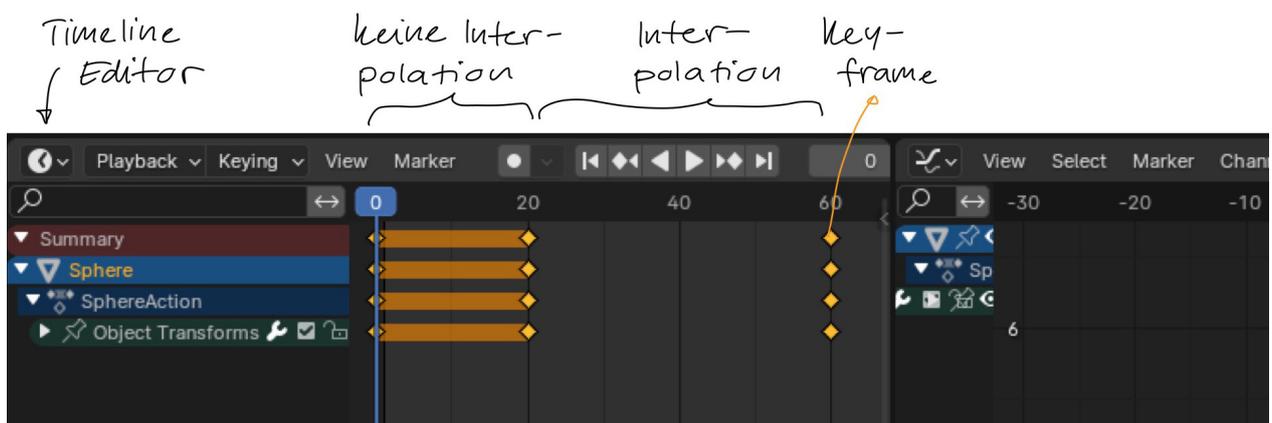


Abb. 76: Übersicht Keyframes und Co. in Blender

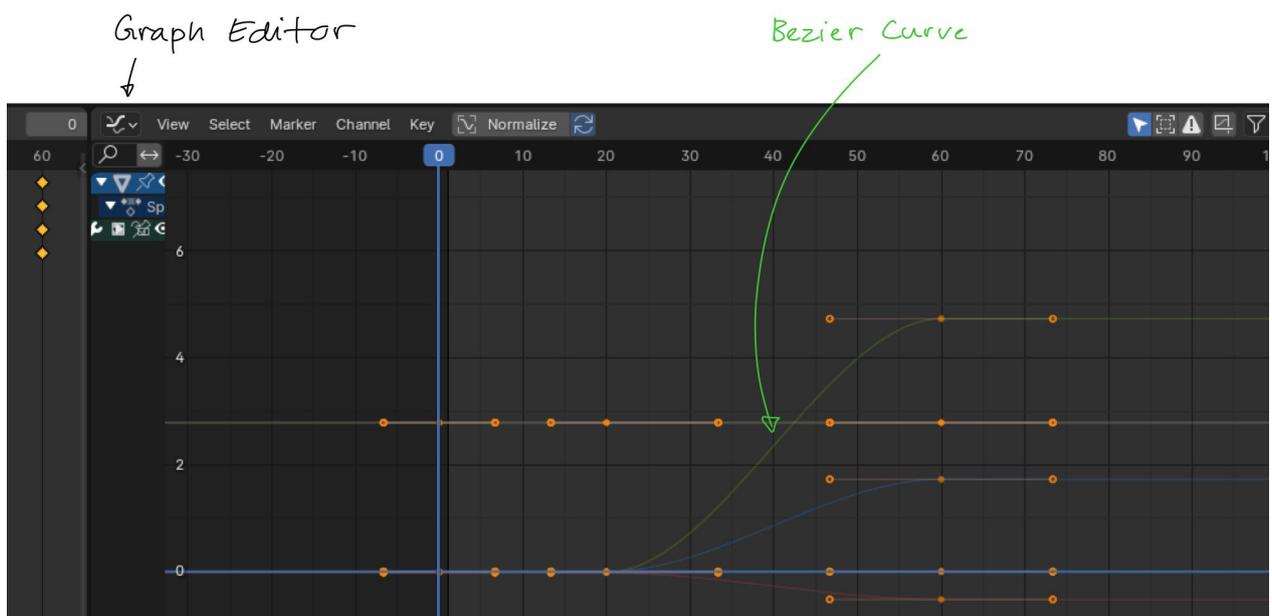


Abb. 77: Übersicht Graph-Editor in Blender

Für Charaktere wie Ikarus oder die Motte habe ich mit der Pose-to-Pose-Animation Technik gearbeitet und dann die Interpolation bearbeitet. Wenn es nötig war, habe ich In-Betweens hinzugefügt.

Ikarus war der komplexeste Charakter. Ihn habe ich mithilfe der Rigs bewegt und diesen Keyframes gegeben (siehe Abb. 78).

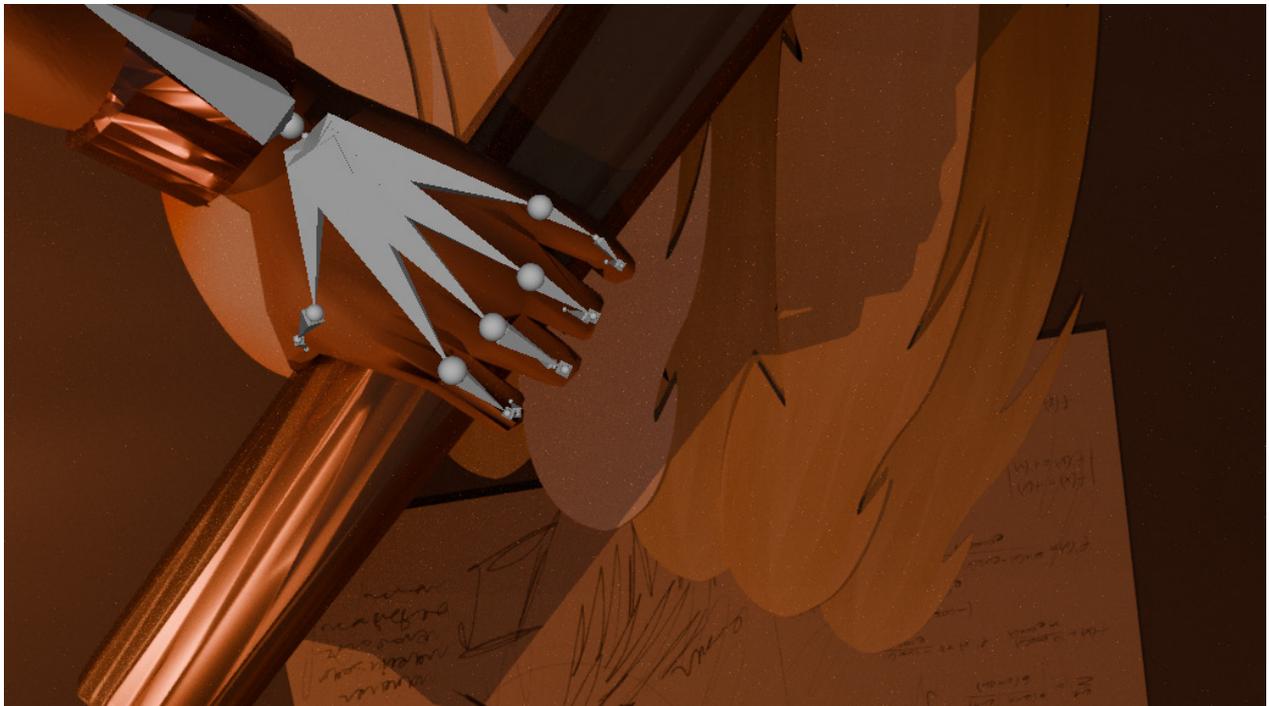


Abb. 78: Rig der Hand während sie greift

Fliegen

Um den Flügelschlag zu animieren habe ich verschiedene Methoden ausprobiert. Zuerst mit dem Noise Modifier im Graph-Editor, der zufällige Variationen zu den Keyframes hinzufügt, was zu einem natürlicheren und weniger mechanischen Flattern führt. Jedoch war es mir zu unkontrolliert, also habe ich eine andere Methode versucht. Mithilfe von Geometry Nodes wird der Flügelschlag mathematisch berechnet und beschreibt die Form einer Sinuswelle (siehe Abb. 79) (Quellen Y16-17).

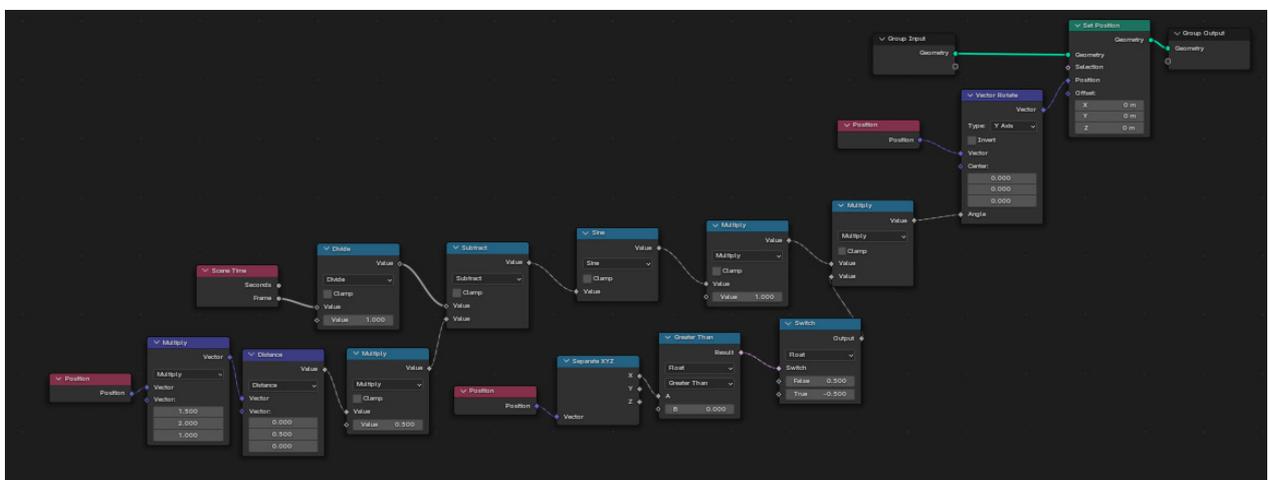


Abb. 79: Geometry Nodes für Flügelschlag, nach Quelle Y17

Diese Version hat mir besonders gut gefallen, da sie die Flügel leicht beugt, ähnlich wie ich es in meiner Recherche über Vögel gelesen habe. Praktischerweise konnte ich den Flügelschlag sowohl für die Motte als auch für Ikarus verwenden.

Kameraführung

Dank der 3D-Gestaltung meiner Szene konnte ich die Kamera auf die gleiche Weise wie auf einem physischen Set steuern. Dabei boten die Bewegung, Position und Einstellungen der Kamera die gleiche kreative Kontrolle, die auch in der realen Filmproduktion möglich ist.

Mit der Kameraführung habe ich versucht die Perspektive und den Fokus der Zuschauer gezielt zu steuern, zum Beispiel durch Wackeln der Kamera oder Ikarus anfangs von unten zu zeigen, so dass er mächtig aussieht.

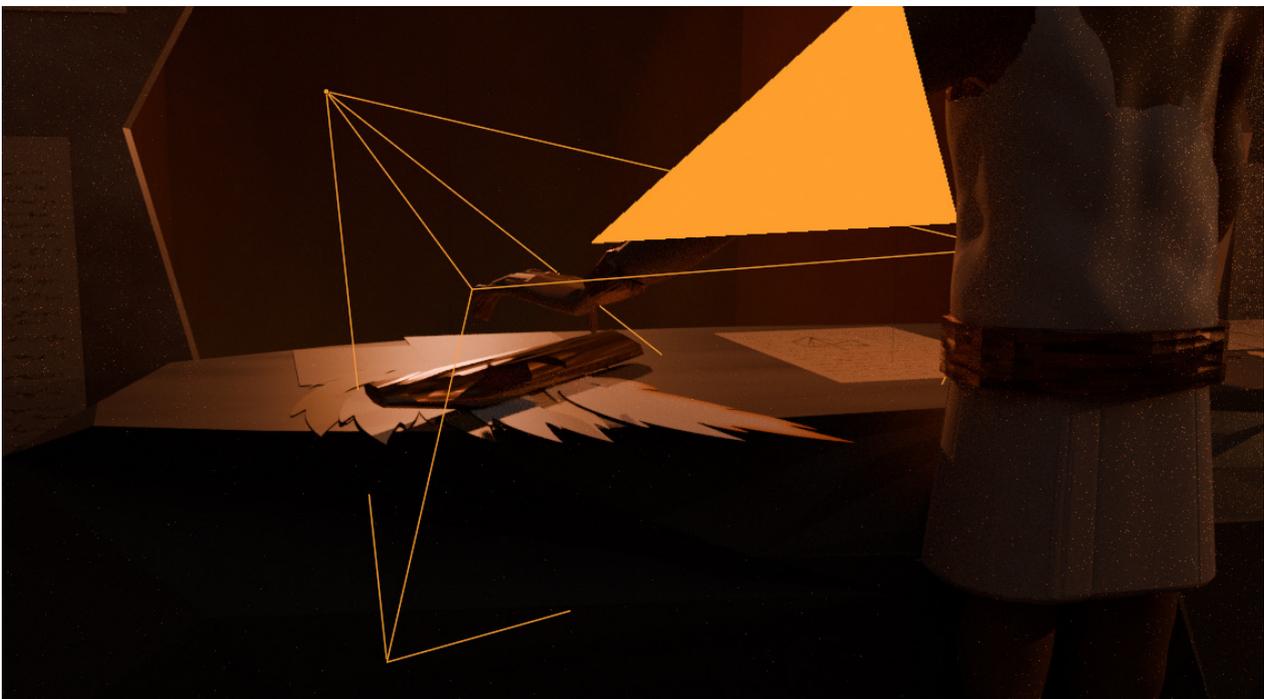


Abb. 80: Kamera in Action

Physikalische Simulationen

Um den Rauch und das Feuer in Blender zu erzeugen, habe ich die physikalische Simulation genutzt um einen möglichst realistischen Effekt zu erstellen. Dafür habe ich als Grundlage eine Anleitung von YouTube benutzt (Quelle Y18).

Zuerst habe ich ein Emissionsobjekt festgelegt, das den Rauch und das Feuer freisetzen sollte, und dann die Parameter für Dichte, Temperatur und Wind angepasst, um die gewünschten Eigenschaften zu erreichen. Durch das Feintuning der Simulationseinstellungen konnte ich das Verhalten des Rauchs und Feuers optimieren und so ein leicht stilisiertes Feuer erhalten (siehe Abb. 81).



Abb. 81: Die Motte im Feuer

Musik

Während des Animierens hatte ich stets die Musik im Hintergrund, um meine Animationen entsprechend abzustimmen. Dadurch konnte ich auf Feinheiten achten und die Bewegungen im Einklang mit dem Rhythmus gestalten. Das half mir, die Emotionen und das Timing besser einzufangen und die gesamte Atmosphäre der Szene zu verstärken.

Schwierigkeiten

Ein häufiges Problem beim animieren war die erhebliche Verzögerung im Viewport, wodurch die Animationen manchmal mit weniger als 1 fps abgespielt wurden. Diese Lags machten die Animation stockend und dadurch nahezu unmöglich für mich, präzise Anpassungen vorzunehmen oder flüssige Bewegungen zu visualisieren. Bei grossen Szenen mit viel Objekten und detaillierten Texturen ist Blender auch immer wieder abgestürzt.

Das Problem konnte ich einigermaßen beheben, indem ich die Viewport Samples reduziert und die Option Simplify für den Viewport genutzt habe.

Rendern

Beim Rendern wird eine 3D-Szene in ein 2D-Bild umgewandelt. Dabei wird berechnet, wie Licht mit den Oberflächen interagiert und wie die Kamera die Szene sieht. Diese Berechnungen können je nach Komplexität der Szene lange dauern und erfordern eine erhebliche Rechenleistung.

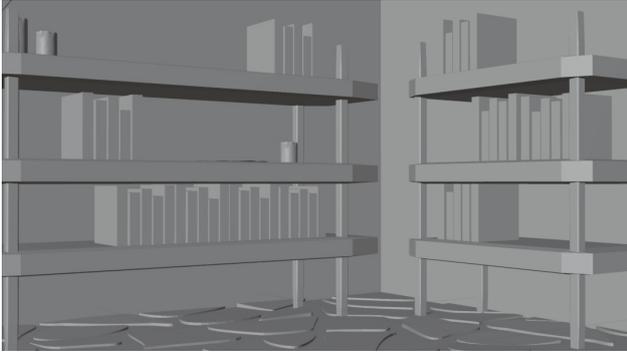


Abb. 82: Vom Viewport zum Render: Solid Mode



Abb. 83: Vom Viewport zum Render: Gerendert

Render Engine

In Blender gibt es verschiedene Render Engines, darunter Eevee und Cycles. Eevee ist eine Echtzeit-Render-Engine, die schneller ist, jedoch weniger realistische Licht- und Schatteneffekte bietet. Cycles hingegen verwendet ray tracing, um fotorealistische Bilder mit komplexen Lichtinteraktionen zu erzeugen, was zu längeren Renderzeiten führt, jedoch deutlich detailliertere und realistischere Ergebnisse liefert (Quelle R18). Um die beiden zu vergleichen, habe ich einzelne Renders und kurze Animationen derselben Szene mit identischen Lichtverhältnissen und Einstellungen erstellt (siehe Abb. 84 und 85).



Abb. 84: Cycles



Abb. 85: Eevee

Bei den Eevee-Renders sind die Schatten weniger ausgeprägt, und es scheint, als ob ein Filter oder eine Linse vor der Kamera platziert wurde, was zu einem eher weichen Ergebnis führt. Der grosse Vorteil von Eevee liegt jedoch in der schnellen Renderzeit; bei meinen Tests war es teilweise bis zu 12 Mal schneller als Cycles. Dennoch bevorzuge ich die Ergebnisse von Cycles, da sie tiefere Schatten und mehr Dimensionen aufweisen. Die Farben wirken kräftiger und kontrastreicher, was dem Gesamtbild einen pompöseren und lebendigeren Eindruck verleiht. Cycles bietet zudem eine realistischere Licht- und Materialdarstellung, was mir gefiel.

Die Rendergeschwindigkeit von Eevee war zwar verlockend, doch da ich einen leistungsstarken Computer habe, der auch bei Cycles angemessene Renderzeiten ermöglicht, habe ich meine Entscheidung aus ästhetischen und nicht technischen Gründen getroffen. Im Endeffekt habe ich mich für Cycles entschieden, um die bessere Qualität und Detailgenauigkeit für meine Szenen zu erreichen.

Einstellungen

In den Render-Einstellungen für Cycles habe ich mehrere Parameter konfiguriert, um die Qualität und Effizienz meiner Renders zu optimieren. Dabei musste ich immer das Qualität-Renderzeit Verhältnis abwägen.

- **Noise Threshold:** Dieser Wert gibt an, wie viel Rauschen (Störungen) im Bild akzeptiert wird, bevor der Renderer stoppt. Ein niedrigerer Wert führt zu einer besseren Bildqualität, erfordert jedoch mehr Rechenleistung. Ich habe 0.0100 für das finale Rendering und im Viewport 0.1000 eingestellt, damit ich während es während dem Arbeiten geschmeidig läuft.
- **Max Samples:** Ist die maximale Anzahl von Proben, die pro Pixel verarbeitet werden. Dafür habe ich zuerst mit verschiedenen Werten experimentiert. Bei 4096 gefiel mir das Ergebnis, doch die Renderzeit für eine ganze Animation war zu lang. Bei den finalen Renderings habe ich also weniger benutzt, nämlich 2048 Samples.
- **Denoise:** Diese Funktion reduziert das Rauschen im endgültigen Bild. Ich habe Denoise sowohl für den Viewport als auch für das finale Rendering aktiviert, um die visuelle Qualität zu verbessern, vor allem bei niedrigeren Sample-Werten.

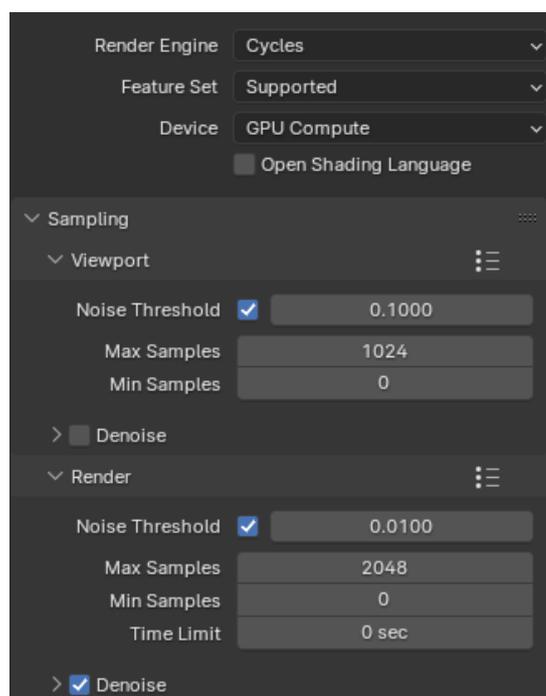


Abb. 86: Render Einstellungen

Die Animationen habe ich mit 24 fps, also 24 Bildern pro Sekunde mit einer Auflösung von 1920px zu 1080px gerendert. Die einzelnen Bilder habe ich dabei im .TIFF Format gespeichert, weil es eine gute Bildqualität und Farbtiefe hat. In Blender habe ich die einzelnen Frames mit Hilfe von FFmpeg zu einem zusammenhängenden Video compiled (verarbeitet).

Damit bin ich auf eine Renderzeit von 30s-2min pro Frame gekommen.

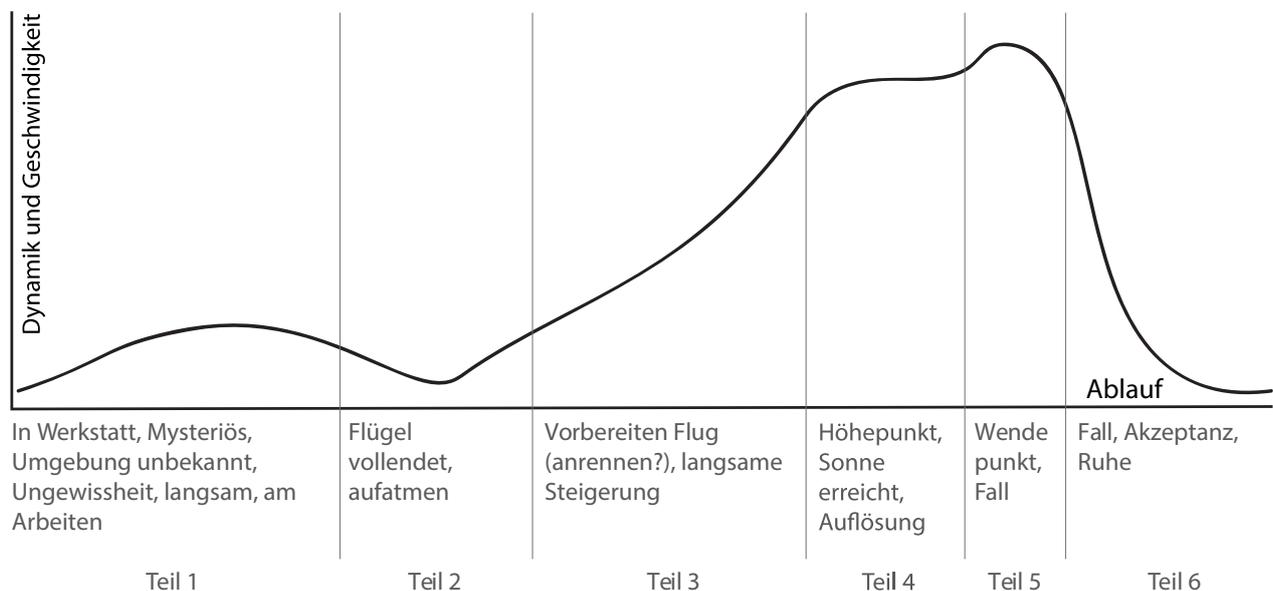


FILMMUSIK

Filmmusik spielt eine zentrale Rolle darin, Emotionen zu verstärken, die Atmosphäre einer Szene zu formen und das Publikum tiefer in die Handlung eintauchen zu lassen. Sie kann subtile Stimmungen transportieren oder starke Akzente setzen, die das visuelle Erlebnis vervollständigen. In meiner Arbeit wollte ich diese Wirkung nutzen, um den Ausdruck meiner visuellen Darstellung musikalisch zu unterstützen.

Prozess

Um ein besseres Verständnis für den gewünschten Klang zu entwickeln, erstellte ich zunächst eine Skizze, die den Verlauf der Musik beschreibt.



Basierend auf meinen Notizen im Drehbuch begann ich mit dem Sammeln von Melodien. Wann immer mir im Alltag eine Melodie einfiel, habe ich sie aufgenommen. Als der Prototyp des Films so weit war, begann die richtige Arbeit. Ich begann damit, die Melodien zu sortieren und eine auszusuchen, die mir besonders gefiel. Diese versuchte ich dann zu entwickeln, sodass sie etwas länger wurde und zweiteilig. Und so ging es weiter. Ich arbeitete ausgehend vom Prototyp und dem Drehbuch.

Instrumentierung

Mir war von Anfang an klar, dass ich die Geige als Hauptstimme haben wollte, da ich sie selbst spiele. Diese Entscheidung erleichterte meinen kreativen Prozess, da ich mit dem Umfang und den Möglichkeiten der Geige vertraut war. Zusätzlich vereinfachte es die organisatorischen Aspekte, da ich die Stimmen selbst einspielen konnte.

Neben der Solostimme beschloss ich, die Geige auch für zwei weitere Stimmen zu nutzen. Diese bieten harmonische Unterstützung und sind mehrfach belegt, damit der Klang voller und pompöser wirkt. Zusätzlich beschloss ich, ein Cello hinzuzunehmen, um den Bass zu legen und so einen grösseren Tonumfang zu erreichen. Beim späteren Experimentieren mit den Stimmen gefiel mir die Idee, eine Klavierstimme zu haben, die auch Solorollen übernimmt.

Komposition & Arrangement

Ich begann erstmals mit einer kleinen Recherche zur Filmmusik und Komposition (Quellen M1-5). Ich kannte mich nicht gross aus mit Programmmusik und spezifisch der Filmmusik, ich war eher gewohnt an die Klassik.

Die Komposition ist in A-Moll verfasst. Ursprünglich hatte ich überlegt, am Ende in eine andere Tonart zu transponieren, doch da ich mich bereits an A-Moll gewöhnt hatte, entschied ich mich, dabei zu bleiben.

Ich nutzte mein Vorwissen über die Stufenakkorde um die Harmonien zu erstellen. Jedoch habe ich versucht nicht zu sehr von der Theorie auszugehen, sondern mich mehr darauf zu fokussieren, was gut klingt.

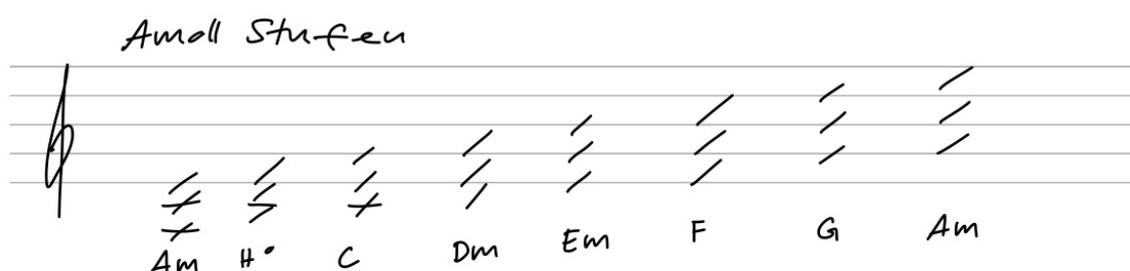


Abb. 87: A-Moll Stufendreiklänge

Die Komposition beginnt mit einem feinen, leichten Teil. Mein Ziel war es, den Zuschauern Raum zu geben zuerst das Bildmaterial etwas auf sie wirken zu lassen. Dafür läuft in der Solostimme die Melodie und in der Violine 1 Achtel, beide in gezupfter Form (Takt 1-6, Abb. 89).

Abb. 88: Takte 1-8

Ab Takt 7 beginnt der zweite Teil der Melodie und das Cello setzt ein und spielt Akkorde verteilt auf Viertel. Ab Takt 10 beginnt die Melodie von vorne, doch jetzt gestrichen. Zusätzlich ändert sich der Aufbau und Rhythmus für das Cello und die Stimme Violine 2 setzt ein (Abb. 90). Mein Ziel in diesem Abschnitt war es, die Stimmung etwas Aufblühen zu lassen. Dafür habe ich neue Harmonien hinzugefügt. Im ersten Teil war alles in A-Moll, doch da sich die Melodie wiederholt, brauchte es hier etwas Neues. Die Akkordabfolge VI-V7-III-IV9-I habe ich auf die drei Begleitstimmen aufgeteilt. Den Dominantseptakkord habe ich eingebaut, weil er durch das G# stark auf die Tonika zielt und es so zu einer Spannung führt. Aus diesem Grund hab ich auch den Dominantnonakkordeingebaut, welcher sich am Schluss in die Tonika auflöst.

Abb. 89: Takte 9-14

Es folgt eine Akkordabfolge von bVI-IV-V-bVI, wobei die letzten beiden Takte, 16-17, eine Kadenz mit Trugschluss enthalten. Das bedeutet, dass die Kadenz nicht wie erwartet auf der Tonika endet. Der Trugschluss orientiert sich an einem klassischen Vorbild. Im Takt 17 der ersten Violine erzeugt das G eine gewisse Spannung, die sich schliesslich auflöst.

Abb. 90: Takte 15-17

Der Trugschluss leitet in einen C-Dur-Abschnitt über, in dem der erste Teil der Melodie erneut erklingt, diesmal jedoch in C-Dur. Dieser Tonartwechsel dient als musikalische Aufhellung, passend zum geplanten Szenenwechsel. Zudem habe ich kleine Verzierungen in der zweiten Violine hinzugefügt, während gleichzeitig das Klavier einsetzt.

Abb. 91: Takte 18-20

Als nächstes folgt ein Übergang zu einem Harmoniet Teppich von A-Moll und D-Dur. D-Dur ist dabei die erhöhte vierte Stufe, in Dur anstatt Moll, wodurch ein magischer Effekt entsteht. Bei diesem Teil steht das Klavier im Vordergrund und in den Geigen läuft immer die gleiche Melodie, C-D-C-A, oder eine transponierte Version und die passenden Harmonien. Am Ende dieses Abschnitts endet das Klavier mit einem E-Dur-Arpeggio, das zu einer kurzen Pause überleitet (Takte 28-29). Die Komposition ist an dieser Stelle mit dem Film synchronisiert, sodass Ikarus hier seinen Flug beginnt. Die anschließende Pause dient dazu, Spannung aufzubauen und dem Stück Raum zum Atmen zu geben.

The musical score for measures 28-32 is presented in a standard orchestral layout. It includes staves for Violin (Vln.), Violins (Vlins.), Violin 2 (Vlins. 2), Viola (Vcs.), and Piano (Pno.). The tempo changes from 'rit..' to 'a tempo' at measure 29. The Violin part features a trill (tr) and a vibrato (vibrato) in measures 31-32. The Piano part starts with an arpeggio in measure 28. Dynamics include piano (p) and a crescendo hairpin.

Abb. 92: Takte 28-32

Ab Takt 30 setzt eine neue Melodie in der Solo-Geige ein, und nach und nach kommen weitere Stimmen hinzu. Der E-Dur-Akkord in Takt 36 verstärkt die Spannung und leitet den nächsten Abschnitt ein.

Ab Takt 46 habe ich mich von den Stufendreiklängen gelöst und stattdessen ein atonales, chromatisches Muster verwendet. In der rechten Hand des Klaviers spielen zudem Sechstolen, die eine gewisse Unruhe erzeugen. In der Cellostimme sind die Viertel jeweils auf dem zweiten und vierten Schlag, also Off-Beat, was zusätzliche Spannung erzeugt.

Ab Takt 50 löst sich die Spannung auf und es entsteht eine kurze Pause. Danach schliesst sich ein Bogen zurück zum Anfang. Die Melodie wird erneut von denselben Instrumenten in Pizz gespielt, jedoch ist sie jetzt fragmentiert. Einige Töne fehlen, und die Melodie wirkt dadurch unvollständig und leicht zufällig. Als Zuhörer:in erwartet man die fehlenden Töne, doch sie bleiben aus, was ein Gefühl der Unvollkommenheit erzeugt.

Im Takt 61 werden ein letztes mal alle Töne gespielt und die Phrase wird mit einem A in der Solo Geige abgeschlossen.

The image shows a musical score for measures 58 to 61. It consists of four staves: Violin (Vln.), Violins 1 (Vlins.), Violins 2 (Vlins. 2), and Cello (Vcs.). The Violin part starts with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The music is in 4/4 time. The Violin part features a melodic line with a fermata over the final note in measure 61, which is marked with a dynamic of *mf*. The Violins 1 and 2 parts play a rhythmic accompaniment of eighth notes. The Cello part plays a bass line with quarter notes and rests.

Abb. 93: Takte 58-61

Aufnahme

Für die Aufnahme und Bearbeitung der Tonspuren habe ich Ableton Live 11 Lite verwendet. Zur Vorbereitung habe ich mithilfe von Tempo-Automation die Ritardandos und Accelerandos eingestellt (Abb. 95).

Das Klavier habe ich als MIDI eingespielt und konnte dadurch später auch die Fehler korrigieren. Ebenso habe ich die Cello Stimme als MIDI eingespielt. Dafür habe ich ein Plug-In verwendet (Quelle M6) welches sowohl Pizz als auch Arco hat (Abb. 96).

Die Geigenstimmen habe ich mit zwei Kondensatormikrofonen, Rode NT5, aufgenommen. Eines habe ich oberhalb des F-Lochs positioniert, um die Schwingungen der Geige direkt einzufangen. Das andere habe ich weiter entfernt im Raum platziert, um die räumliche Akustik mit einzubeziehen.

Zu Beginn musste ich viel mit der Positionierung der Mikrofone experimentieren. Besonders bei den Pizzicato-Stellen war es wichtig, eine gute Klangqualität sicherzustellen. Hierbei habe ich das Raummikrofon in der Nähe der Finger platziert, um die perkussiven Geräusche des Zupfens direkt an der Saite zu erfassen.

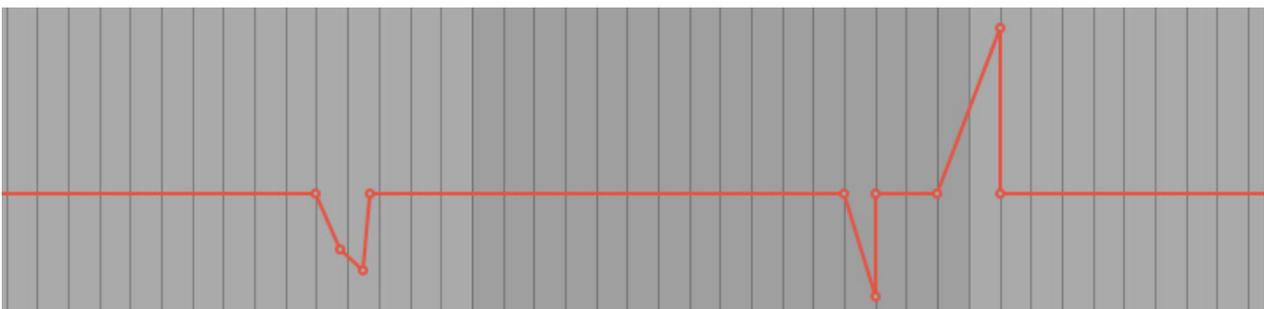


Abb. 94: Automating Tempo Changes

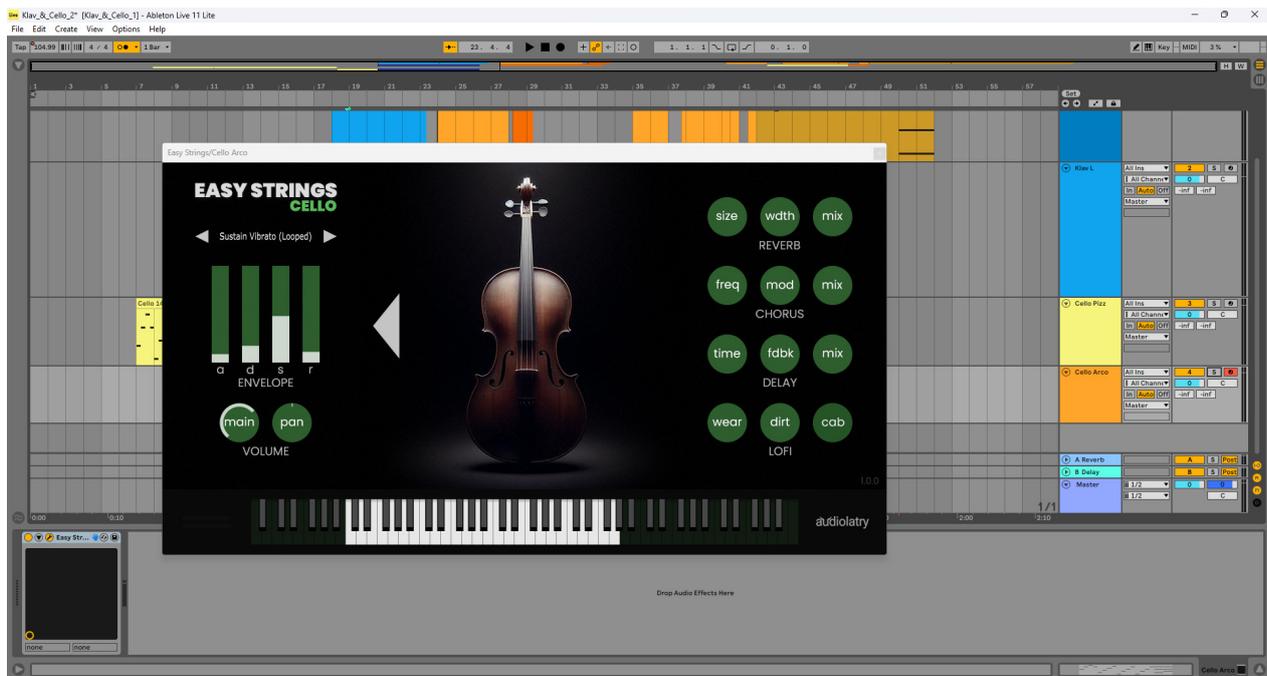


Abb. 95: Externes Cello Plug-In

Nachbearbeitung

Nach dem ich die ersten Aufnahmen hatte, begann ich mit dem säubern und schneiden der Tonspuren. Danach habe ich durch Equalizing und andere Effekte die Stimmen versucht auszugleichen. Beim Zusammenstellen der Aufnahmen gab es Passagen, die anders klangen als erwartet. Einige Stellen, die im Musiknotationsprogramm (MuseScore) gut wirkten, gefielen mir bei der Aufnahme nicht. Daher habe ich einige Anpassungen vorgenommen, bin von den ursprünglichen Noten abgewichen und habe die entsprechenden Passagen immer wieder neu aufgenommen.

Nachdem ich alle Stimmen aufgenommen hatte, hatte ich das Gefühl, dass etwas fehlte. Also habe ich bei einigen Stellen digitale Stimmen und Effekte, wie zum Beispiel Synths hinzugefügt.

Als die erste Version der Aufnahme fertig war und ich damit begann, die Animation genau auf die Musik abzustimmen, merkte ich, dass ich zum Bildmaterial in der Musik etwas anderes wollte (bspw. beim Sturz) als ich niedergeschrieben und aufgenommen hatte, also änderte ich den Teil.

Bei diesem ganzen Prozess bin ich oft nach Gefühl vorgegangen und habe einfach experimentiert, was am besten klingt. Ich habe mir die Freiheit genommen, immer wieder Sachen anzupassen.

REFLEXION

Acht Monate und zahlreiche Stunden Arbeit später kann ich mit Stolz sagen, dass ich mein Ziel erreicht habe. Es war kein einfacher Prozess, doch ein spannender, geprägt von vielen Höhen und Tiefen. Ich habe so unglaublich viel gelernt und ein neues Verständnis für den immensen Aufwand gewonnen, der hinter einem Animationsfilm steckt. Es gibt zahlreiche Aspekte, die berücksichtigt werden müssen, weshalb es oft Teams von Fachleuten für die einzelnen Bereiche gibt und wir manchmal Jahre auf den nächsten Film warten müssen.

Die grösste Herausforderung für mich war, von meinem Perfektionismus loszulassen. Es gibt so viele Details, in denen man sich verlieren kann und besonders zu Beginn fiel es mir schwer, nicht in einen Tunnelblick zu verfallen und stattdessen einen Moment zurückzutreten, um die Arbeit als Ganzes zu betrachten. Ich musste lernen, mich nicht stundenlang auf diese oder jene Textur zu konzentrieren, die letztendlich nur für zwei Sekunden sichtbar ist. Das gleiche galt bei der Musik, wenn mal die Intonation eines Tones nicht ganz stimmte.

Es gab eine Phase im Prozess, in der ich monatelang mit dem Modellieren und Texturieren beschäftigt war, ohne auch nur den Hauch eines Ansatzes für die Animation zu haben. Vor lauter Modellieren sah ich kein Ende in Aussicht. Auch in dieser Situation musste ich mich wieder etwas zurücknehmen, was mir dank der Unterstützung meiner Betreuungspersonen gelungen ist.

Der Prozess war geprägt von frustrierenden, aber auch sehr befriedigenden Momenten. Manchmal habe ich Stunden an einer Aufgabe gearbeitet, nur um festzustellen, dass etwas nicht wie gewünscht funktionierte. Dennoch fand ich fast immer einen Weg, um die Probleme zu überwinden. Der Augenblick, in dem etwas schliesslich funktionierte und vollendet war, war sehr erfüllend. Der gesamte Prozess bestand aus einer Kombination von Trial and Error, von Experimentieren und Verwerfen.

Eine weitere Herausforderung bestand darin, den gestalterischen und musikalischen Teil miteinander zu jonglieren. In einem professionellen Film sind das oft zwei separate, spezialisierte Abteilungen. Da ich jedoch beide Bereiche selbst bearbeitet habe, hatte ich die Freiheit, zwischen ihnen hin und her zu wechseln. Wenn ich beim Animieren merkte, dass etwas in der Musik nicht passte, konnte ich zurückgehen und es ändern. Nach einer Weile wurde mir jedoch klar, dass der Aufwand für den gestalterischen Teil in meinem Projekt grösser war als der für den musikalischen. Daher musste ich diese beiden Aspekte anders balancieren.

Von der technischen Seite gab es gelegentlich auch einige Herausforderungen. Das Arbeiten mit Blender hat immer wieder meine Geduld auf die Probe gestellt. Zwischendurch ist die Software mitten in der Arbeit abgestürzt. Ich hatte jedoch immer alles abgespeichert und nichts verloren, abgesehen von meinen Nerven.

Womit ich sehr zufrieden bin, ist meine Organisation. Ich habe eine klare Ordnerstruktur eingeführt und regelmässig Zwischenversionen gespeichert. Dadurch konnte ich bei Bedarf zu einem früheren Schritt zurückkehren, was meinen Arbeitsprozess immens erleichtert hat. Ausserdem habe ich kontinuierlich gearbeitet und nicht alles auf den letzten Drücker erledigt.

Insgesamt war dieses Projekt eine herausfordernde, aber äusserst bereichernde Erfahrung, die mir sowohl technisches und kreatives Wissen vermittelt hat, als auch meine persönliche Entwicklung gefördert hat. Es war mein erstes Projekt in diesem Grössenrahmen. Es hat mich gelehrt, mit Rückschlägen umzugehen, flexibel auf Veränderungen zu reagieren und Geduld und Durchhaltevermögen zu schätzen.

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die diese Arbeit möglich gemacht haben. Mein grösster Dank gilt meinen Betreuungspersonen Sabrina Barbieri und Fabian Carisch, die mich während des gesamten Prozesses begleitet und unterstützt haben – ohne sie wäre es nicht möglich gewesen.

Ich danke auch Joel Strassberg für die wertvolle Beratung zur Geschichte und Johanna Pfister, meiner Geigenlehrerin, für die Theoriestunden zu Komposition.

Ein herzliches Dankeschön an Johannes Köberle, der sich die Zeit genommen hat, mich in Blender-Fragen zu beraten, sowie an Joel Kral, der mich bezüglich Fragen zum Rendern unterstützt hat.

Mein besonderer Dank gilt auch meinen Freunden Noe Raymond Pereira und Simi Singh, die mir Feedback gegeben und mich beraten haben. Zuletzt möchte ich meiner Familie danken, die mich immer unterstützt hat. Insbesondere meinem Vater, Simon Bieri, der dieses Dokument korrekturgelesen hat.

ANHÄNGE

Anhang 1: Drehbuch

Plan für den Ablauf, Stand 13.3.2024:

Teil 1: Die Vorbereitung

1.1 Bauen In der Werkstatt 1

Man sieht Ikarus in seiner Werkstatt an den Flügeln arbeiten. Die Motte schwirrt im Hintergrund herum. Die Sonne geht langsam auf. Durch ein Fenster der Werkstatt scheint das Licht der aufgehenden Sonne auf Ikarus. Fasziniert geht er zum Fenster und beobachtet die Sonne. Gleichzeitig sieht man im Hintergrund wie die Motte etwas um die Kerze herumschwirrt (noch nicht Nahe).

Szene: Werkstatt, blau Töne, wenig Licht, viel Skizzen der Flügel hängen herum, Bilder der Sonne, etwas chaotisch

Farben:

- Werkstatt: Blau Töne, kalt, sobald Sonne ins gesicht von Ikarus scheint, Kontrast
- Sonne: Orange, Gelb, (ganz wenig Rot), leichter Violett Stich

Emotionen: Hoffnung, Vorfreude, etwas Angst, Bewunderung, Ehrfurcht

Musik: Süsse/warme/luftige Geigenmelodie, langsames Tempo, evt zarte Dissonanzen im Hintergrund, Hauch von Dunkelheit

1.2 Bauen In der Werkstatt 2

Ikarus widmet sich wieder seiner Arbeit an den Flügeln. Musik wird langsam etwas dramatischer und schneller

Szene: Werkstatt, blau und Orange Töne, mehr Licht, viel Skizzen der Flügel hängen herum, Bilder der Sonne, etwas chaotisch

Farben:

- Werkstatt: blau/weiss/orange/gelb Töne, hellere Töne

Emotionen: Hoffnung, Vorfreude steigt,

Musik: Musik wird langsam etwas dramatischer und schneller, etwas fröhlicher

1.3 Vollendung der Flügel

Kurze Szene, Ikarus volendet sein Flügel, hält sie in der Hand und lächelt stolz. Er vertraut darauf, dass die Flügel ihn an sein Ziel bringen werden. Motte schwirrt im Hintergrund umher

Szene: Werkstatt, orange und Gelb Töne, mehr Licht, viel Skizzen der Flügel hängen herum, Bilder der Sonne, etwas chaotisch

Farben:

- Werkstatt: orange/gelb Töne, hellere Töne

Emotionen: Hoffnung, Vorfreude steigt, Stolz, Vertrauen, Sicherheit, Ruhe, Vollendung

Musik: Musik wird kurz etwas leichter und Ruhiger, etwas fröhlicher

Teil 2: Der Flug

2.1 Start des Fluges

Ikarus steht draussen, die Sonne steht am Zenit. Er hat seine Flügel an, rennt langsam los. Er versucht abzuheben aber stuggelt zuerst. Dann schafft ers und kann fliegen —> Höhepunkt der fröhlichen Musik.

Ein Wechsel zur Motte, die umherfliegt um die Kerze

Szene: Draussen im Freien, an Klippe

Farben:

- grün/gelbe Graslandschaft, graue Steine, Meer im Hintergrund
- Sonne: Steht am Zenit, Intensives Gelb, weiss, hellblauer Himmel

Emotionen: Freude, begeisterung, Euphorie

Musik: Sehr fröhliche Musik, mehr Instrumente im Hintergrund, Fanfarenartig?, dbewegt, schnell, aufgereg

2.2 Zu Nahe an der Sonne

Langsam kommt Ikarus der Sonne zu Nahe. Er hat Mühe seine Flügel zu kontrollieren (Struggle auf Gesicht zu sehen). Seine Flügel beginnen auseinander zu fallen. Motte schwirrt immer näher zur Flamme, beginnt zu brennen. Immer abwechslungsweise Motte und Ikarus gezeigt

Szene: Nahe der Sonne, in der Luft, am fliegen

Farben:

- Sonne: dramatischer, nicht mehr schön und lieb, merh rot und Orange, Sonne wirkt nun gefährlich, geht langsam unter

Emotionen: Angst, Hilflosigkeit

Musik: Während er immer höher fliegt, kommen mehr Instrumente dazu, Musik wird erhabener. Als er merkt, dass er kontrolle verliert, wird Musik dramatisch und schneller, etwas angsterfüllt, chaotisch

2.3 Ikarus fällt

Ikaurs Flügel beginnen sich komplett aufzulösen, er stürzt. Höhepunkt der Geschichte. Motte brennt komplett, steigt auf und sinkt dann zu Boden.

Szene: Fall über Meer

Farben:

- Orange Rot, Sonne geht unter, blaues Mehr, eventuell etwas violet

Emotionen: Angst, Verzweiflung, Erkenntis

Musik: Musik wird dramatischer, Höhepunkt, als er Einsieht, dass er verloren hat, wird Musik wieder etwas strukturierter, aber immer noch sehr dramatisch

-> Während er fällt, ist die Kamera von oben am Filmen, Fokus auf Gesicht und Emotionen. Durch wackeln der Kamera eventuell Flug darstellen und die Angst den Zuschauern übermitteln

Teil 3: Im Meer

3.1 Fall im Meer

Ikarus landet im Meer, man sieht wie er ins Wasser fällt (wie eine Art Querschnitt des Meeres & Himmels). Ohne zu sich zu wehren, sinkt er tiefer ins Wasser. Man sieht auch aus seinen Augen, wie er nach oben schaut, wo die Sonne noch knapp scheint. Motte brennt am Boden weiter.

Szene: Unter Wasser

Farben:

- Dunkles, blaues Meer, vereinzelte Lichtscheine die durchkommen und auf Ikaruses Gesicht scheinen.
- Sonne: Geht unter, Violette Farben

Emotionen: Trauer, Akzeptanz, Melancholie, Schwermut

Musik: Nach Fall im Meer drastisches Ende der dramatischen Musik. Nur noch schwermütige Geigenmelodie (ähnlich wie am Anfang), düster, bitter-sweet

3.2 Ende

Flamme der Kerze in der Werkstatt erlischt, kleiner Rauch von der Flamme ist sichtbar, weht herum. Ikarus schliesst sein Augen.

Szene: Unter Wasser/in der Werkstatt

Farben:

- Schwarz, sehr dunkles blau

Emotionen: Akzeptanz, Frieden?, Erlösung, Ruhe

Musik: Ruhige Musik, traurige Melodie

Anhang 2: Partitur

Partitur

V24

Selina Bieri
2024

0.00

$\text{♩} = 105$

Violin

Violins 1

Violins 2

Violoncellos

Piano

5

Vln.

Vlms.

Vlms. 2

Vcs.

Pno.

Musical score for measures 9-12. The score includes parts for Violin (Vln.), Violins (Vlns.), Violins 2 (Vlns. 2), Viola (Vcs.), and Piano (Pno.).

- Measure 9:** Vln. starts with a rest, then a quarter note G4. Vlns. play a sixteenth-note pattern. Vlns. 2 play a quarter note G4. Vcs. play a quarter note G2. Pno. is silent.
- Measure 10:** Vln. has a half note G4 with *arco* above and *mf* below. Vlns. continue with a sixteenth-note pattern. Vlns. 2 play a quarter note G4. Vcs. play a quarter note G2. Pno. is silent.
- Measure 11:** Vln. has a half note G4 with *tr* above. Vlns. continue with a sixteenth-note pattern. Vlns. 2 play a quarter note G4. Vcs. play a quarter note G2. Pno. is silent.
- Measure 12:** Vln. has a half note G4. Vlns. continue with a sixteenth-note pattern. Vlns. 2 play a quarter note G4. Vcs. play a quarter note G2. Pno. is silent.

Chord boxes: **F** (measures 10-11), **E7** (measure 11), **C** (measure 12).

Musical score for measures 13-16. The score includes parts for Violin (Vln.), Violins (Vlns.), Violins 2 (Vlns. 2), Viola (Vcs.), and Piano (Pno.).

- Measure 13:** Vln. has a half note G4. Vlns. play a sixteenth-note pattern. Vlns. 2 play a quarter note G4. Vcs. play a quarter note G2. Pno. is silent.
- Measure 14:** Vln. has a half note G4. Vlns. continue with a sixteenth-note pattern. Vlns. 2 play a quarter note G4. Vcs. play a quarter note G2. Pno. is silent.
- Measure 15:** Vln. has a half note G4 with *tr* above. Vlns. continue with a sixteenth-note pattern. Vlns. 2 play a quarter note G4. Vcs. play a quarter note G2. Pno. is silent.
- Measure 16:** Vln. has a half note G4. Vlns. continue with a sixteenth-note pattern. Vlns. 2 play a quarter note G4. Vcs. play a quarter note G2. Pno. is silent.

Chord boxes: **D9** (measure 13), **Am** (measure 14), **F** (measure 15), **D** (measure 16), **E** (measure 16).

ca. 0.30

F C G

Vln. *mf* *tr*

Vlins. Arco

Vlins. 2 *f* *mp* *f*

Vcs. *mp*

Pno. *pp* *pp*

Solo Vio2

20 F C

Vln. *mf*

Vlins. *mp*

Vlins. 2 *tr*

Vcs. *p*

Pno. *pp*

24 rit..

Vln. *mp*

Vlins.

Vlins. 2 *p*

Vcs.

Pno. *f*
mf *mf*

Detailed description: This system contains measures 24 through 28. The Violin I part begins with a half note G4, followed by quarter notes A4, B4, and C5, and ends with a dotted half note G4. The Violins II part has whole notes G3, A3, B3, and C4. The Violin II part has whole notes G3, A3, B3, and C4. The Viola part has whole notes G3, A3, B3, and C4. The Piano part features a rhythmic pattern of eighth notes in the right hand and quarter notes in the left hand, with dynamics *f* and *mf*. The tempo marking *rit..* is at the end of the system.

29 **a tempo**

Vln. *p* *tr* *tr* *G*

Vlins.

Vlins. 2 *vibrato*

Vcs.

Pno.

Detailed description: This system contains measures 29 through 33. The Violin I part starts with a piano (*p*) dynamic and includes trills (*tr*) on notes G4 and A4. The Violins II part has whole notes G3, A3, B3, and C4. The Violin II part has a *vibrato* marking over a series of notes. The Viola part has whole notes G3, A3, B3, and C4. The Piano part has whole notes G3, A3, B3, and C4. The tempo marking **a tempo** is at the beginning of the system.

35 F E o Am

Vln.

Vlns.

Vlns. 2

Vcs.

Pno.

p

mf

39 G D Am Am

Vln.

Vlns.

Vlns. 2

Vcs.

Pno.

mf

tr

mp

Beginn Sturz

rit. ----- a tempo

43 **G** **D** **E** D F

Vln.
Vlns.
Vlns. 2
Vcs.
Pno.

47 *gliss.* *gliss.* *gliss.*

f
p
f

Vln.
Vlns.
Vlns. 2
Vcs.
Pno.

accel.

48 Vln. Vlins. Vlins. 2 Vcs. Pno. *gliss.* *gliss.* *gliss.* *p* *fff* *fff*

a tempo

52 Vln. Vlins. Vlins. 2 Vcs. Pno. *pizz.* *pizz.* *p* *pizz.*

8

58

Musical score for measures 58-63. The score includes staves for Violin (Vln.), Violins (Vlns.), Violins 2 (Vlns. 2), Violoncello (Vcs.), and Piano (Pno.). The Violin part features a melodic line with a dynamic marking of *mf* and a fermata over the final measure. The Violins part has a rhythmic accompaniment. The Violins 2, Violoncello, and Piano parts are mostly silent, indicated by rests.

64

Musical score for measures 64-69. The score includes staves for Violin (Vln.), Violins (Vlns.), Violins 2 (Vlns. 2), Violoncello (Vcs.), and Piano (Pno.). All parts are silent, indicated by rests, for the duration of these measures.

Anhang 3: Maturitätsvereinbarung



■ Kantonsschule Uetikon am See

Maturitätsarbeitvereinbarung

Name: Bieri

Vorname: Selina

Klasse: 5a

Betreuung: Sabrina Barbieri und Fabian Carisch

Arbeitstitel und Thema:

Kreieren eines Animationsfilms mit Blender und Komposition der Filmmusik

1. Leitfrage und Unterfragen

Was will ich untersuchen / herausfinden?

Wie kann ich selbst einen Animationsfilm machen mit passender Musik?

Welche Prozesse sind beim Erstellen eines Animationsfilms und beim Komponieren von Musik wichtig?

Wie kann ich eine Geschichte mithilfe des Mediums Film erzählen?

Inwiefern kann die Musik die Stimmung, Atmosphäre und Erzählung des Films beeinflussen?

2. Methodisches Vorgehen

Welche Arbeitsschritte und Teilziele beinhaltet meine Arbeit? Wie gehe ich vor?

1. Storyboard und Skript schreiben
2. 3D Models: Modeling in Blender, Texturing und Shading, Rigging
3. Erstellen von 2D Hintergründen (mit Photoshop & Procreate)
4. Musik komponieren und Aufnehmen
5. Keyframes Animieren, Interpolation anpassen
6. Musik Post-production
7. Rendering
8. Post-Production: Effects (z.B. Color correction, Motion Blur), Schnitt, Soundeffects, Musik (mit Blender und/oder Adobe Premier Pro)

3. Produkt, Arbeitsziel

Was soll bei meiner Arbeit herauskommen? Was möchte ich herausfinden / herstellen?

Ziel: Einen animierten Kurzfilm zu produzieren, der visuell ansprechend ist und eine Geschichte erzählt. Möglichkeiten und Herausforderungen der Verwendung von Blender als Animationswerkzeug und komponieren und Aufnehmen von Musik.



■ Kantonsschule Uetikon am See

Durch die begleitende Musik mochte ich herausfinden, inwiefern die Musik die Stimmung und Wirkung des Films beeinflusst.

4. Beurteilungskriterien

Nach welchen Kriterien (Gewichtung?) wird die Arbeit bewertet?

Bewertet wird nach den Kriterien im Anhang. Zusätzlich wird beachtet, dass die Teilgebiete Animation und Musik nicht gleich schwer gewichtet werden. Aufgrund des Arbeitsaufwandes wird der gestalterische Teil mit ungefähr 60-70% etwas stärker gewichtet. Zudem wird der technische Aufwand, der beim Arbeiten mit Blender entsteht, berücksichtigt.

Mit der Unterschrift bestätigen Schüler*in und betreuende Lehrpersonen, dass sie bis zum Abschluss der Maturitätsarbeit zusammenarbeiten.

Datum

12/06/2024

Schüler/Schülerin

Selina Bieri

Datum

12.6.24

Betreuende Lehrperson

J. Schärer
F. Schärer

Anhang 4: Redlichkeitserklärung



■ Kantonsschule Uetikon am See

Redlichkeitserklärung

Name Bieri Vorname Selina Klasse 6a

Titel der Arbeit Gestalten eines kurzen Animationsfilms mit
Blender und Komposition und Aufnahme der Filmmusik.

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit gemäss dem KUE-Reglement verfasst habe, das heisst im Besonderen:

- Ich habe diese Arbeit eigenständig verfasst.
- Alle Hilfsmittel, die ich verwendet habe, sind angegeben.
- Ich habe die Nutzung von KI-Tools (z.B. ChatGPT) gemäss Vereinbarung ausgewiesen.
- Alle wörtlichen und sinngemässen Übernahmen aus anderen Werken sind als solche gekennzeichnet.
- Die Leistung von Personen, die einen wesentlichen Beitrag zu dieser Arbeit geleistet haben (Betreuer/-in ausgenommen), habe ich ebenfalls erwähnt.

Datum

12/10/2024

Unterschrift

Selina Bieri

Anhang 5: Umgang mit KI

In dieser Arbeit wurde KI ausschliesslich für den schriftlichen Kommentar verwendet. Das GPT-4-Modell diente zur orthografischen und grammatikalischen Überprüfung des Textes sowie als Grundlage für die Erstellung des Glossars.

GLOSSAR FACHBEGRIFFE

Allgemein:

Modellieren: Erstellung eines Objekts im 3D-Raum durch Vertices, Edges und Polygone.

Vertex: Einzelner Punkt in einem Mesh, der die Eckpunkte eines Polygons bildet.

Edge: Linie zwischen zwei Vertices, die die Struktur eines Meshes bildet.

Faces: Einzelsegmente eines Meshes, die durch Kanten verbunden sind.

Polygon Mesh: Netz aus verbundenen Polygonen, das die Oberfläche eines 3D-Modells definiert.

Mesh: Netz aus Polygonen, das die Form eines 3D-Objekts definiert.

Topology: Anordnung der Vertices, Edges und Faces eines Meshes, die Einfluss auf die Deformation hat.

Extrusion: Technik, um aus bestehenden Flächen oder Kanten neue Geometrien zu erstellen.

Low Poly: Ein Mesh mit wenigen Polygonen für einen einfachen, schematischen Look.

UV Sphere: Grundobjekt in Blender, oft als Basis für runde Formen verwendet.

Planes: Flache 2D-Objekte in Blender, die oft für Texturen oder Details verwendet werden.

Oberflächen und Texturen:

Texturen: Zweidimensionale Muster, die die Oberfläche eines Modells gestalten.

Image Texture: Eine 2D-Textur, die auf ein 3D-Objekt projiziert wird.

UV Map: Eine 2D-Darstellung eines 3D-Modells, auf die Texturen aufgebracht werden.

Shade Smooth: Methode, um Oberflächen geschmeidiger erscheinen zu lassen.

Normals: Zeigen die Ausrichtung der Flächen eines Meshes an, um Lichtreflexion und Schattierung zu steuern.

Animation und Rigging:

Rigging: Erstellung eines Skeletts für ein 3D-Modell zur Animation.

Armature: Struktur, die ein Rigging-System bildet, meist bestehend aus Bones.

Rig: Skelettstruktur für die Animation eines 3D-Modells.

Pose Mode: Zum Manipulieren und Positionieren eines Rigs zur Animation.

Weight Paint Mode: Bestimmt, wie stark sich Teile eines Meshes bei der Animation bewegen.

Keyframe: Ein definierter Punkt in der Animation, der eine Veränderung festlegt (Position, Rotation, Skalierung).

Prozedurale und physikalische Systeme:

Geometry Nodes: System zum prozeduralen Erstellen und Bearbeiten von Geometrien.

Particle System: Methode zur Simulation von Haaren, Rauch, Flüssigkeiten oder anderen Effekten.

Bearbeitungswerkzeuge:

Subdivision Surface Modifier: Erhöht die Auflösung eines Meshes für glattere Formen.

Bezier Curve: Glatte Kurve zur Formgestaltung oder Bewegung von Objekten.

Shader Editor: Werkzeug zur Erstellung von Materialien durch Programmierung und Knoten.

Rendering:

NPR Rendering: Nicht-fotorealistisches Rendering – Stilisiertes Rendering, das auf handgemalte oder cartoonartige Effekte abzielt.

Control Render: Test-Render, um die Szene auf Fehler oder Anpassungsbedarf zu prüfen.

(Quelle R19, mehr Information unter: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/glossary/index.html>)

VERZEICHNISSE

Quellenverzeichnis

Story

Index	Quelle
S1	Helmenstine, Anne. Why Are Moths Attracted to Light? Insect Phototaxis. In: Science Notes, 17.2.2024. Online: https://sciencenotes.org/why-are-moths-attracted-to-light-insect-phototaxis/ . Zuletzt besucht am 8.3.2024.
S2	Elliott, Debbie. Why are Moths Attracted to Flame?. In: npr.org, 18.8.2007. Online: https://www.npr.org/2007/08/18/12903572/why-are-moths-attracted-to-flame . Zuletzt besucht am 8.3.2024.
S3	Baird, Christopher S. Why do humans crave sugary foods? Shouldn't evolution lead us to crave healthy foods?. In: Science Questions with Surprising Answers, 17.8.2015. Online: https://www.wtamu.edu/~cbaird/sq/mobile/2015/08/17/why-do-humans-crave-sugary-foods-shouldnt-evolution-lead-us-to-crave-healthy-foods/ . Zuletzt besucht am 8.3.2024.
S4	Unbekannt. How much energy is there in sugar?. In: Primary Food Processors, 15.2.2018. Online: https://www.pfp-eu.org/faq-items/how-much-energy-is-there-in-sugar/#:~:text=Just like other carbohydrates%2C such,sugar%2C starch%2C etc . Zuletzt besucht am 8.3.2024.
S5	Unbekannt. Die bittersüße Wahrheit über Zucker. In: Uniklinik RWTH Aachen, unbekannt. Online: https://www.ukaachen.de/kliniken-institute/mfa-zfa/tipps-und-service/die-bittersuesse-wahrheit-ueber-zucker/#:~:text=Krank durch Zucker&text=Übermäßiger Verzehr von Zucker wird,belasten damit unseren gesamten Körper . Zuletzt besucht am 8.3.2024.

Youtube Videos

Index	Quelle
Y1	Smeaf, Blender 3.0 Natural Wood Material In Under 2 Mins!, In: YouToube, 27.11.2021. Online: https://www.youtube.com/watch?v=Egd_BNAT3I8 . Zuletzt besucht am 6.10.2024.
Y2	blenderbitesize, CREATE A PROCEDURAL FORGED METAL MATERIAL FOR BLENDER, In: YouTube, 26.8.2022. Online: https://www.youtube.com/watch?v=hEMZL8slbb0&list=PLM39Meo3hsUHt2IT2Kamfr7w5y0eArCSF&index=64 . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
Y3	Luwizart, Creating and Rigging a Wing in Blender 2.8.1 (part 1 of 2), In: YouToube, 24.10.2029. Online: https://www.youtube.com/watch?v=M92KPLczuzl&t=2057s . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
Y4	Samuel Krug VFX, Most CG Clouds Aren't Great, Here's the Solution (B3D). In YouTube, 4.4.2023. Online: https://www.youtube.com/watch?v=dyAXWSwCgKg&list=PLM39Meo3hsUHt2IT2Kamfr7w5y0eArCSF&index=4&t=224s . Zuletzt abgerufen am 18.9.2024.
Y5	Ryan King Art, Procedural Cloud Material (Blender Tutorial). In: YouTube, 25.6.2023. Online: https://www.youtube.com/watch?v=BKyaRgInXZM&list=PLM39Meo3hsUHt2IT2Kamfr7w5y0eArCSF&index=5 . Zuletzt abgerufen am 18.9.2024.
Y6	BlenderVitals, Create Clouds in Blender in 1 Minute!. In: YouTube, 29.8.2023. Online: https://www.youtube.com/watch?v=mBO0H1gvz5M . Zuletzt abgerufen am 18.9.2024.
Y7	Zulubo Productions, Make Realistic Clouds in Less Than Two Minutes - Blender Tutorial. In: Youtube, 29.8.2020. Online: https://www.youtube.com/watch?v=j5ShmTT2zeM&t=12s . Zuletzt abgerufen am 18.9.2024.
Y8	FxForge, how to make realistic clouds in blender in 20 minutes. In: YouTube, 23.5.2024. Online: https://www.youtube.com/watch?v=5-c8fLQFgSo&t=540s . Zuletzt abgerufen am 24.8.2024.

Index	Quelle
Y9	Sealish Productions. PHOTOREAL Procedural Clouds in Geo Nodes / Blender 3.X Tutorial. In: YouTube, 20.12.2022. Online: https://www.youtube.com/watch?v=_34LQl1ZMxl&t=236s . Zuletzt abgerufen am 24.8.2024.
Y10	Architecture Topics. 2 Ways for Volumetric Clouds in Blender (+ Cloud Generator). In: YouTube, 5.6.2023. Online: https://www.youtube.com/watch?v=ChYzvNgRkK4 . Zuletzt abgerufen am 24.8.2024.
Y11	SouthernShotty. EASIEST Way to Make Painterly Animations in Blender 3D (Procedural Shader). In: YouTube, 20.2.2024. Online: https://www.youtube.com/watch?v=UfSw6428bcc . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
Y12	Lighting Boy Studio. Arcane Tutorial Part 2 : Deep Dive Into the Arcane Look and Camera Projections (Blender 3.0 / EEVEE). In: YouTube, 7.4.2022. Online: https://www.youtube.com/watch?v=gG7ZoP3fd1w . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
Y13	Cody Gindy. Making 3D animation look painterly (it's easier than you think). In: YouTube, 17.9.2023. Online: https://www.youtube.com/watch?v=s8N00rjil_4 . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
Y14	FFuthoni. Painting brush strokes with Geometry Nodes in Blender. In YouTube, 5.10.2023. Online: https://www.youtube.com/watch?v=MgZsVBVZ3Nc . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
Y15	Tradigital. Turning 3D Models into Masterpieces: A Blender Tutorial. In: Youtube, 29.1.2023. Online: https://www.youtube.com/watch?v=6uaJ0L4E390 . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
Y16	Maximilian Galinski. How to Animate Moths in Blender. In: YouTube, 18.10. 2020. Online: https://www.youtube.com/watch?v=EO4Arxe2ZyE . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
Y17	Mix CG Art. Procedural Butterfly Animation Blender 4.1 Blender tutorial. In: YouTube, 24.4.2024. Online: https://www.youtube.com/watch?v=wwz7-mKQ7Jo . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
Y18	Faebe Tutorials. Realistic Fire Tutorial in Blender! #blender3d . In: YouTube, 27.6.2023. https://www.youtube.com/watch?v=mh9tyFnzSUw . Zuletzt besucht am 7.10.2024.

Musik

Index	Quelle
M1	Hentschel, F. & Moormann, P. Filmmusik: Ein alternatives Kompendium. Springer VS 2018. ISBN 978-3-658-11236-3
M2	Gamper, A. & Müller, T., „Beyond the Wall“: Game of Thrones aus interdisziplinärer Perspektive. Springer VS 2022. ISBN 978-3-658-36144-0
M3	Böhm, Richard. Kadenzen theoretisch und am Klavier
M4	Kübler, Hanspeter. Eine Zusammenstellung von Lernunterlagen aus den Bereichen Arrangement, Komposition, Instrumentation, Bearbeitung, Transkription, Notation, und Musiktheorie
M5	Krämer, Thomas. Harmonielehre im Selbststudium. 1991. ISBN 978-3-7651-0261-5
M6	Plug-In von: https://audiolatry.com/b/easy-strings , Zuletzt besucht am 15.10.2024.

Recherche

Index	Quelle
R1	American Chemical Society, The Science of How a Candle Burns, In: Youtube, 24.12.2021. Online: https://www.youtube.com/watch?v=B9asozzeAwY . Zuletzt besucht am 6.10.2024.
R2	Unbekannt, Flame, In: Wikipedia, 30.09.2024. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/Flame . Zuletzt besucht am 6.10.2024.
R3	SciShow, Where Does the Candle Wax Go?, In Youtube, 26.5.2024. Online: https://www.youtube.com/watch?v=onS4vjfHmoM . Zuletzt besucht am 6.10.2024.
R4	Unbekannt, Candle Science, In: National Candle Association, unbekannt, Online: https://candles.org/candle-science/ . Zuletzt besucht am 6.10.2024.
R5	Obermeier, Lindsay , The Physics of Flight, In: Schlitz Audubon Nature Center, 19.9.2022. Online: [https://www.schlitzaudubon.org/2022/09/19/the-physics-of-flight/#:~:text=The Role of Muscles and Wings&text=The wings do not just,possible by reducing air pressure](https://www.schlitzaudubon.org/2022/09/19/the-physics-of-flight/#:~:text=The%20Role%20of%20Muscles%20and%20Wings&text=The%20wings%20do%20not%20just,possible%20by%20reducing%20air%20pressure). Zuletzt besucht am 7.10.2024
R6	Unbekannt, How Birds Fly, In: Journey North, unbekannt. Online: https://journeynorth.org/tm/FlightLesson.html#:~:text=Flapping%3A%20When%20birds%20flap%2C%20the,wing%20than%20above%2C%20causing%20lift. Zuletzt besucht am 7.10.2024.
R7	Unbekannt, Bionik, In: LEIFPhysik, unbekannt. Online: https://www.leifphysik.de/uebergreifend/bionik/grundwissen/auftrieb . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
R8	Unbekannt, Flügel, unbekannt, In: Naturpark Diemelsee. Online: [https://www.bionikpfad-marsberg.de/der-pfad/stationen/fluegel/#:~:text=Der Bernoulli-Effekt%3A,sozusagen nach oben "gesaugt"](https://www.bionikpfad-marsberg.de/der-pfad/stationen/fluegel/#:~:text=Der%20Bernoulli-Effekt%3A,sozusagen%20nach%20oben%20%22gesaugt%22). Zuletzt besucht am 7.10.2024.
R9	Hannah, Warum können Vögel fliegen? Flugarten, Flugbilder & interessante Fakten, In: Pantura, unbekannt. Online: [https://www.plantura.garden/gartenvoegel/fakten/warum-koennen-voegel-fliegen#:~:text=Ihr gesamter Körper ist auf,so weit wie möglich reduzieren](https://www.plantura.garden/gartenvoegel/fakten/warum-koennen-voegel-fliegen#:~:text=Ihr%20gesamter%20Körper%20ist%20auf,so%20weit%20wie%20m%C3%B6glich%20reduzieren). Zuletzt besucht am 7.10.2024.
R10	Kage, Kelly, A Portrayal of Biomechanics in Avian Flight, In: Youtube, 20.3.2013. Online: https://www.youtube.com/watch?v=HMba0KByEPY . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
R11	Faux, Cynthia M. Case 28.1 - Impacted Uropygial (Preen) Gland. In: Comparative Veterinary Anatomy. Academic Press, 2022, Pages 1400-1415, ISBN 9780323910156, https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91015-6.00130-8 . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
R12	Unbekannt, Daedalus Übersetzung, unbekannt. Online: https://www.uzh.ch/latinum/interaktiv/ovid/Daedalus_Uebersetzung_3.pdf . Zuletzt besucht am 7.10.2024.
R13	PricklyPear111, A Moth, Up Close and Personal. In: YouTube, 19.11.2024. Online: https://www.youtube.com/watch?v=yk2eSM0hZGk . Zuletzt besucht am 11.10.2024.
R14	Unbekannt. Parts of the butterfly and moth. In Encyclopædia Britannica, unbekannt. Online: https://kids.britannica.com/students/assembly/view/53025 . Zuletzt besucht am 11.10.2024.
R15	Unbekannt. Butterflies of Singapore. In: Butterflycircle, 30.3.2019. Online: https://butterflycircle.blogspot.com/2019/03/the-butterfly-legs.html . Zuletzt besucht am 11.10.2024.
R16	Ant Lab. 7 Spectacular Moths in Slow Motion!. In: YouTube, 3.8.2021. Online: https://www.youtube.com/watch?v=JQL25_hoQ1k . Zuletzt besucht am 11.10.2024.
R17	Thomas, F. & Johnston, O. The Illusion of Life: Disney Animation. Disney Press, 1995. ISBN 0786860707
R18	Blender Foundation. Rendering. Online: https://www.blender.org/features/rendering/ . Zuletzt besucht am 11.10.2024.
R19	Glossary - Blender 4.2 Manual. Online: https://docs.blender.org/manual/en/latest/glossary/index.html . Zuletzt besucht am 11.10.2024

Abbildungsverzeichnis

Alle Abbildungen ausser 46, 47 und 48 sind von mir.

- Abb. 1: Ungefäher Farbverlauf der Sonne
- Abb. 2: Storyboard Seite 1
- Abb. 3: Storyboard Seite 2
- Abb. 4: Storyboard Seite 3
- Abb. 5: Hexagon Renders
- Abb. 6: Oktagon Skizzen
- Abb. 7: Hexagon Skizzen
- Abb. 8: Sonne Skizzen
- Abb. 9: Render der Sonnenfliesen von oben
- Abb. 10: Render der Sonnenfliesen von oben 2
- Abb. 11: Render der Sonnenfliesen von der Seite
- Abb. 12: Blender Prozessbild: Die Sonnenfliesen
- Abb. 13: Blender Prozessbild: Fliesen aussen
- Abb. 14: Render des Bodens
- Abb. 15: Erste Version des Steintisches
- Abb. 16: Zweite Version des Steintisches
- Abb. 17: Erste Version der Kerze
- Abb. 18: Bild einer brennenden Kerze
- Abb. 19: Flamme in PS gezeichnet
- Abb. 20: Wave Modifier in Blender für die Flamme
- Abb. 21: Blätter für die Wand
- Abb. 22: Blätter an den Wänden, Stand 1.4.2024
- Abb. 23: Holzmaterial
- Abb. 24: Renders des kleinen Regales
- Abb. 25: Render aus der Szene, Stand 1.4.2024
- Abb. 26: Render der ersten Version des Globus
- Abb. 27: Render der zweiten Version des Globus
- Abb. 28: Render des Globus in der Werkstatt, Stand 1.4.2024
- Abb. 29: Zwischenstände der Werkstatt
- Abb. 30: Skizzen von Händen
- Abb. 31: Prozess der Hand-Modellierung
- Abb. 32: Rigging der hand
- Abb. 33: Erster Render der Hand in Pose
- Abb. 34: Hände in der Werkstatt, Stand 17.5.2024
- Abb. 35: Hand Pose 17.5.2024
- Abb. 36: Prozessbilder: Der Oberkörper
- Abb. 37: Prozessbilder: Rüstung
- Abb. 38: Render der Rüstung

- Abb. 39: Rüstung mit Gefieder
- Abb. 40: Metallfeder
- Abb. 41: Körper, Kleidung und Rig
- Abb. 42: Vogel im Flug Skizze
- Abb. 43: Luftbewegung
- Abb. 44: Skelett von Vogelarmen
- Abb. 45: Aufbau eines Vogelflügels
- Abb. 46: Der Fall des Ikarus - Merry Joseph Blondel, 1819. In: Useum. <https://useum.org/artwork/The-fall-of-Icarus-Merry-Joseph-Blondel-1819>. Zuletzt besucht am 7.10.2024.
- Abb. 47: The Fall of Icarus - Jacob Peter Gowy, 1635 - 1637. In: Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Jacob_Peter_Gowy. Zuletzt besucht am 7.10.2024.
- Abb. 48: The Lament for Icarus - Herbert James Draper - 1898. In: Tate Britain. <https://www.tate.org.uk/art/artworks/draper-the-lament-for-icarus-n01679>. Zuletzt besucht am 7.10.2024.
- Abb. 49: Skizze für das Flügelgerüst
- Abb. 50: Prozessbilder für Flügel Nummer 1
- Abb. 51: Gerüst für Flügel Nummer 1
- Abb. 52: Prozessbilder für Flügel Nummer 2
- Abb. 53: Flügel Nummer 2
- Abb. 54: Federn für die Flügel
- Abb. 55: Prozessbilder für Flügel Nummer 3
- Abb. 56: Kontrollrender der Flügel 1
- Abb. 57: Kontrollrender der Flügel 2
- Abb. 58: Render der fehlerhaften Flügel in der Werkstatt
- Abb. 59: Verschiedene Rüstungsfarben
- Abb. 60: Fertiger Flügel
- Abb. 61: Fertiger Flügel mit Rig
- Abb. 62: Render der fertigen Flügel mit Rüstung 1
- Abb. 63: Render der fertigen Flügel mit Rüstung 2
- Abb. 64: Prozess der Motte
- Abb. 65: erster Render der Motte
- Abb. 66: Render der Motte mit Material für Körper
- Abb. 67: Zeichnungen für den oberen (links) und unteren (rechts) Flügel
- Abb. 68: Render der Motte mit Fell auf Flügeln
- Abb. 69: Render der Motte ohne Fell, mit Fühlern
- Abb. 70: Sammlung von Rendern von verschiedenen Wolken
- Abb. 71: Erste Version der Sonne
- Abb. 72: Erste Version der Sonne in Wolken
- Abb. 73: Experimente mit einem Shader
- Abb. 74: Scene Assembly der Werkstatt
- Abb. 75: Scene Assembly des zweiten Teils
- Abb. 76: Übersicht Keyframes und Co. in Blender
- Abb. 77: Übersicht Graph-Editor in Blender
- Abb. 78: Rig der Hand während sie greift

- Abb. 79: Geometry Nodes für Flügelschlag, nach Quelle Y17
- Abb. 80: Kamera in Action
- Abb. 81: Die Motte im Feuer
- Abb. 82: Vom Viewport zum Render: Solid Mode
- Abb. 83: Vom Viewport zum Render: Gerendert
- Abb. 84: Cycles
- Abb. 85: EEVEE
- Abb. 86: Render Einstellungen
- Abb. 87: Skizze für den musikalischen Verlauf
- Abb. 88: A-Moll Stufendreiklänge
- Abb. 89: Takte 1-8
- Abb. 90: Takte 9-14
- Abb. 91: Takte 15-17
- Abb. 92: Takte 18-20
- Abb. 93: Takte 28-32
- Abb. 94: Takte 58-61
- Abb. 95: Automating Tempo Changes
- Abb. 96: Externes Cello Plug-In