

Inhalt

1. Erstellung von Szenerien für Modellflugsimulator Heli-X V10.1
2. Aufnahme der Panoramabilder
3. Erstellung des Panoramas aus den Einzelbildern (Stitchen und Berechnen)
4. Erstellung von Crash-Objekten
5. Testen und Optimieren
6. Downloads und Links

1. Erstellung von Szenerien für Modellflugsimulator Heli-X V10.1

Seit es Modellflugsimulatoren mit foto-realistischen Szenerien gibt beschäftige ich mich mit dem Thema. In diesen Jahren habe ich (mit Unterbrüchen aufgrund beruflicher Belastung) Szenerien für verschiedene Modellflugsimulatoren (Reflex, Realflight, Heli-X, Aerofly 7/8, Phoenix) erstellt. Meist waren dies Szenerien vom Platz meines Clubs [MCB Bregenz](#) oder von meinem Garten oder auch Keller, um in möglichst realistischer Umgebung am Simulator üben zu können. In dieser Zeit habe ich mehrere Berichte erstellt wie z.B.: [Sim Szenerien](#) oder Erstellung einer Szenerie für Aerofly 7/8 (siehe Downloads auf <http://klauserg.at>) erstellt.

Über die Jahre haben sich die Technologie aber auch meine Fähigkeiten weiterentwickelt und ich möchte hier meinen aktuellen Wissensstand 2023 über den Workflow zur Erstellung von Szenerien für Modellflugsimulatoren zusammenfassen.

Dieser Bericht ist wie folgt gegliedert:

- diese Übersicht
- Aufnahme von Panoramabildern für Flugsimulatoren
- Erstellung des Panoramas aus den Einzelbildern
- Erstellung von Crashobjekten
- Testen und Optimieren
- Downloads/Links

Hoffe der Bericht ist interessant und brauchbar.

Über konstruktives Feedback freue ich mich sehr.

2. Aufnahme der Panoramabilder

Hintergrundwissen

Zum Thema wie man Panoramabilder erstellt gibt es viele sehr gute Beiträge im WEB. Unbedingt einige Berichte zum Thema "360 Grad Panoramen aus Einzelbildern erstellen" suchen und lesen.

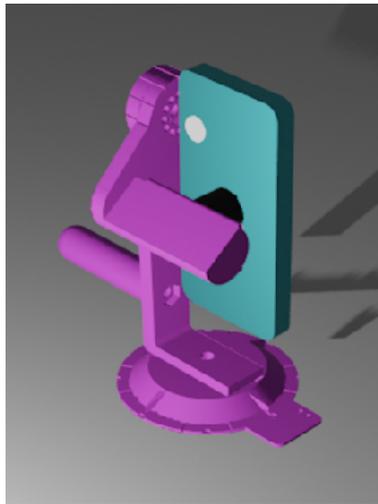
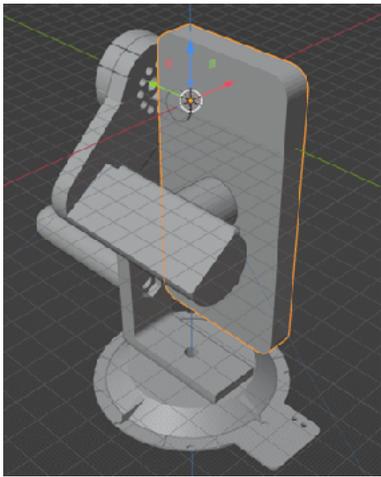
Ich möchte hier auf diesem Wissen aufbauend beschreiben, was bei Panoramen für Simulator Szenerien besonders wichtig ist, welche Werkzeuge ich heute verwende und worauf man bei Verwendung der Werkzeuge achten sollte.

Aufnahme der Einzelbilder für das Panorama:

- deine übliche Pilotenposition als Standort für die Kamera wählen, die Position genau vermessen/ bestimme, damit später die Szenerie möglichst realistisch erstellt werden kann.
Beispiele: Abstand **und** Richtung zur Pistenmitte oder zum Sicherheitsnetz, Tischen oder auch Windsack.
Position, sofern möglich, nicht zu nahe am Sicherheitsnetz wählen, da dieses ansonsten nicht mehr scharf abgebildet werden kann.
- Höhe des Kameraobjektives in Augenhöhe, die genau Höhe cm genau messen und dokumentieren
- Kamera so ausrichten, dass die Bilder mit einer eindeutigen Ausrichtung aufgenommen werden, zB.: erstes Bild jeder "Ebene" nach Nord, Ost, Süd oder West (kann mit dem Kompass im Mobiltelefon bestimmt werden).
Das erleichtert die spätere Erstellung von Kollisionsobjekten (Collision-Objects) ungemein.
- Kein zu starkes Weitwinkel verwenden aber auch kein Tele, so ca. 10-12 Bilder pro 360 Grad mit einer Überlappung von 20%-40% haben sich sehr bewährt. Vertikal wähle ich eine Überlappung von 50% oder mehr, da das spätere Stitchen durch eine geringe Anzahl von Objekten am Himmel oder sich schnell bewegende Wolken erschwert wird und durch mehr Überlappung einfacher wird.
- Konstante Belichtung, Brennweite und Fokus für alle Bilder. Ein paar Testaufnahmen von ganz hellen und dunklen Stellen machen um zu prüfen ob Über-/ Unterbelichtungen vorhanden sind, manche Kamera APPs bieten dazu auch Histogramme an.
- Da es oft Tische, Sicherheitsnetze etc. in der Nähe des Piloten hat, Belichtungsparameter so wählen, dass ohne Verstellung des Fokus möglichst der ganze Bereich von nahen Objekten bis zum fernen Horizont scharf abgebildet wird.
- Wenn möglich, Bilder im RAW Format aufnehmen ansonsten einen sauberen [Weissabgleich](#) machen.
- möglichst mit Panoramakopf fotografieren, da bei "schiefen" Aufnahmen, das Fluggefühl nicht mehr realistisch ist
- Wenn man eine Handy-Kamera verwendet, welche mehrere Objektive hat, sollte man nach der endgültigen Einstellung aller Bildparameter prüfen, durch welches Objektiv fotografiert wird. Der Chip "dahinter" muss im Zentrum des Panoramakopfes sein, um möglichst wenig Parallaxfehler zu haben.
- Bilder wenn möglich mit Fernauslöser oder anti-shake Funktion aufnehmen um verwacklungsfreie Bilder zu bekommen.
- Nach dem alle Bilder gemacht worden sind unbedingt prüfen ob die Bilder vollständig und gut sind um eine 360 Grad Panorama erstellen zu können. Ein fehlendes oder verwackeltes Bild kann jetzt noch nachgeholt werden, ansonsten hat man später ein "Loch" im Panorama was das Panorama unbrauchbar macht.
- Zusätzlich kann man noch eine Weitwinkelaufnahme vom Platz machen, da die meisten Simulatoren ein Vorschau-Bild beim Laden der Szenerie ermöglichen.

Meine aktuelle Ausrüstung:

- Kamera: iPhone 13 Pro
- verwendetes Objektiv: 1x (5.7mm f/1.5)
- Kamera App: [ProCamera](#)
 - sehr guter manueller Modus, mit Histogramm für Belichtung
 - Anzeige Neigungssensor für horizontale und vertikale Achse im "Sucher" erlaubt perfekte Ausrichtung der Kamera
 - Fernauslösung über Apple Watch oder anti shake Modus oder zeitverzögerte Aufnahme
 - Aufnahme im RAW Modus möglich
- Panorama -Kopf: Eigenbau aus Sperrholz und 3D-Druckteilen über Jahre gewachsen, Montage des Telefons mit Quadlock Adapter



3. Erstellung des Panoramas (Stitchen und Berechnen)

Erstellung des Panoramas:

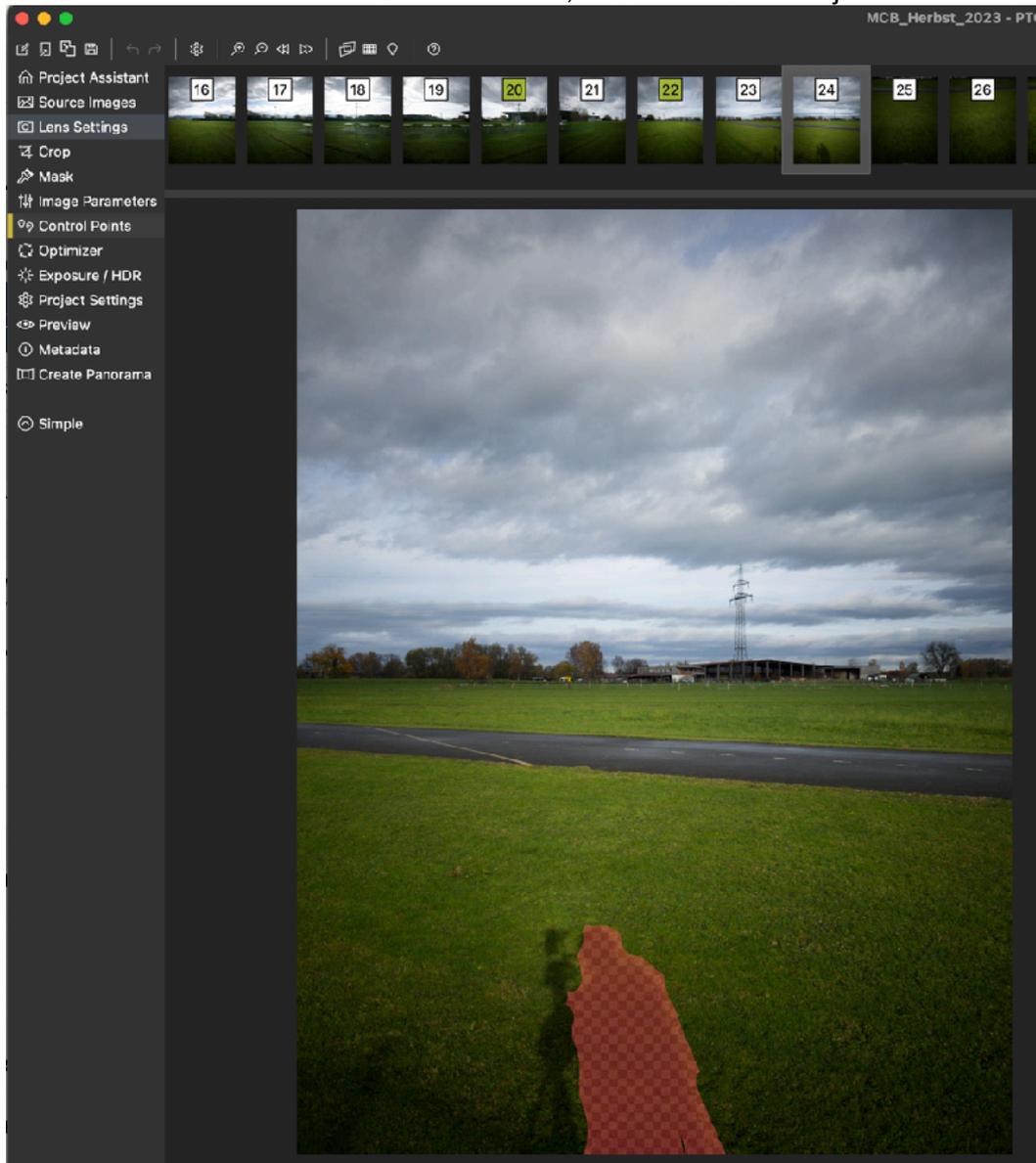
- Aus den Einzelbildern wird ein equirectangulares Panorama (auf Deutsch: Plattkarte) erstellt. Dies ist eine Projektion einer Kugel auf eine 2 dimensionale Ebene. Dazu sind folgende Schritte notwendig:
 - Bilder "Stitchen" d.h. dem Program, welches die Projektion macht muss mitgeteilt werden, wie es die einzelnen Bilder zusammenfügen muss, damit sich eine Kugel ergibt.
 - Projektion berechnen und dabei auch die Belichtung korrigieren und den Weissabgleich machen.
 - Der ganze Prozess erfolgt weitgehend automatisch, je besser die Aufnahmen geplant und gemacht worden sind umso weniger manuelle Eingriffe sind notwendig.

Stitchen

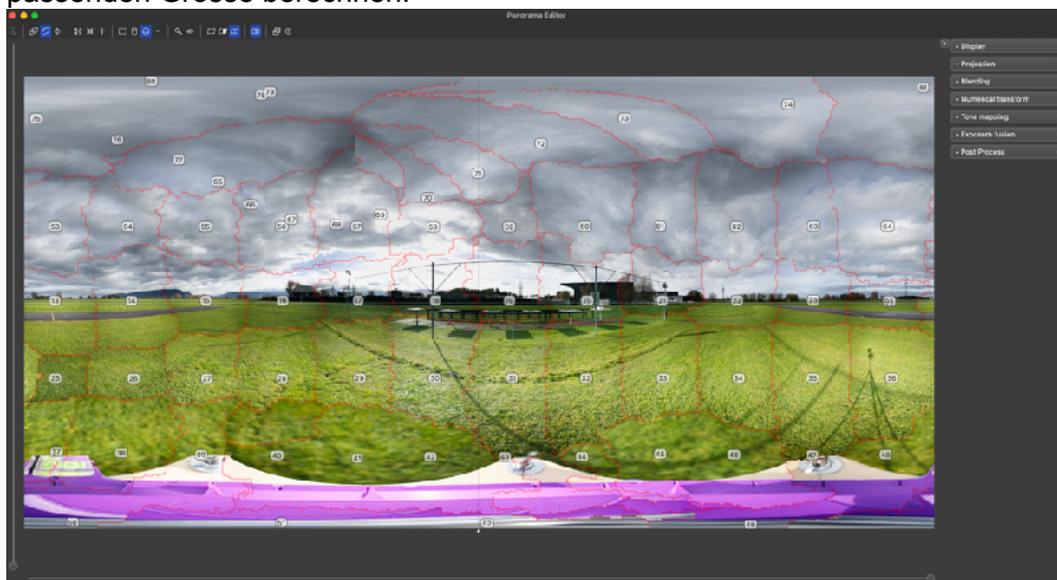
- das Programm erstellt für alle Bilder, wo dies möglich ist, Kontrollpunkte (Nahtstellen für Bilder). Das heißt für jeden Überlappungsbereich von Bildern werden in jeweils einem Bilderpaar übereinstimmende Kontrollpunkte identifiziert, an denen die Bilder zusammengefügt werden. Schwierig wird das zum Beispiel bei einem bewölkten Himmel wo sich die Wolken während den Aufnahmen bewegen oder schnelle Objekte im Bild wie Flugzeuge oder Personen die im Bilderpaar an unterschiedlichen Orten auftauchen. Ganz schwierig ist auch ein völlig blauer oder grauer Himmel ohne identifizierbare Objekte. Hier hilft es, wenn man die horizontale und vertikale Ausrichtung sowie die Orientierung der Aufnahme kennt (steht bei den heutigen Handy Kameras in der EXIF Datei). Bei einem völlig kontrastlosen Himmel kann man dann fiktive Kontrollpunkte anlegen damit das Bild im Panorama an die richtige Stelle kommt.



- Maskieren:
- hat man auf einzelnen Bildern Objekte, die in einem überlappenden Bild nicht vorkommen, kann man den Bereich im betreffenden Bild maskieren, dann taucht das Objekt im Panorama nicht auf.



- Wichtig ist es auch, das Panorama **vertikal** auf den Horizont auszurichten damit man später auch horizontal fliegen kann und nicht irgendwie schräg daher kommt. Hier gilt es aufzupassen, wenn das Gelände geneigt ist.
- Bei unserem Platz hat es eine Fluss mit Damm, bei meinen ersten Panoramen habe ich diesen Damm als Horizont verwendet. Da dieser Damm aber über den sichtbaren Bereich ein Gefälle von etwa drei Metern hat, wirkte die Piste, die schön horizontal ist, in der Simulation immer zu kurz oder zu lang, je nach Neigung des Panoramas.
- Heute löse ich das so, dass ich mit der Kamera App über die Neigungssensoren den Horizont ermittle. Ich kopiere die horizontale Bilderreihe, zeichne in die Bilder den Horizont ein und verwende auch diese zusätzlichen Bilder zum Stitchen. Damit kann das Panorama sehr gut horizontal ausgerichtet werden. Bei der Berechnung der Projektion des Panoramas blende ich dann diese Bilder mit dem eingezeichneten Horizont aus, damit der Strich nicht im Panorama erscheint.
Horizontale Ausrichtung: möchte man später noch Kollisionsobjekte einfügen, ist es hilfreich, das Panorama horizontal auf eine definierte Himmelsrichtung auszurichten.
- Ich verwende dazu geographisch Nord, da Karten, die man für Kollisionsobjekte verwenden kann normalerweise nach geographisch Nord ausgerichtet sind.
- Belichtung: bei der Berechnung der Projektion kann man noch die Belichtung optimieren und ggf. den Weissabgleich machen lassen.
- Nun lässt man sich das Panorama in der gewünschten und für den jeweiligen Simulator passenden Größe berechnen.



Ab hier sind die nächsten Schritte je nach Simulator unterschiedlich.

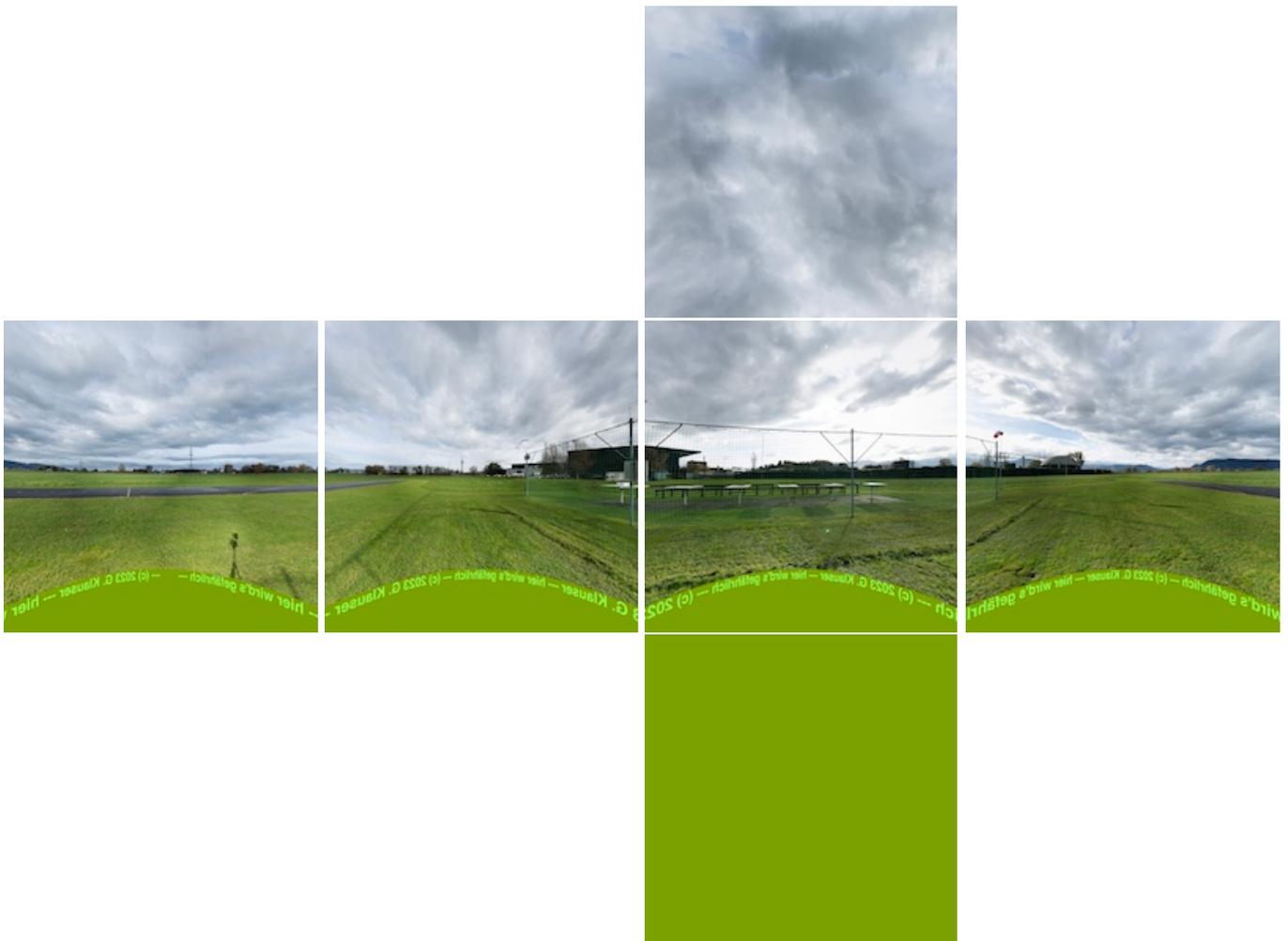
Folgende Unterschiede sind mir schon begegnet:

- Seitenverhältnis der equirectangularen Projektion (Reflex)
- Art der Projektion equirectangular oder Würfel (Skybox)

equirectangular



Würfelprojektion (Skybox)



gängige Sticher bieten heute alle Funktionen um die Projektionen entsprechend umzurechnen

Fleissaufgabe:

Am Boden der Panoramas sieht man das Stativ, das bekommt man beim Fliegen normalerweise nicht zu sehen,
Aber da kann man mit einem Grafikprogramm was hinein zeichnen wie z.B.: Copyright,
Platzkoordinaten oder einen coolen Spruch.

nächste Schritte

mit den so erstellten Panoramen ist man grundsätzlich "flugfähig". Man muss nur noch nach Anleitung des jeweiligen Simulators das Panorama in den Simulator einbinden.

Die Anleitung für Aerofly gibt es hier: [Aerofly 7/8](#) .

Die Anleitung für Heli-X ist im [Manual der Version 10](#) ab 6.2.1 beschrieben.

Richtig realistisch wird das Simulatorfliegen aber erst, wenn man auch mit der Umgebung interagieren kann (in der Regel crashen).

Diese Crash Modelle zu erstellen ist relativ viel Arbeit, es lohnt sich aber allemal.

Im nächsten Abschnitt führe ich euch durch den Ablauf für das erstellen von Crash Objekten am Beispiel Heli-X V10.

Meine aktuelle Ausrüstung:

- Stitcher: [PTGUI Pro](#) (kostenpflichtig), Hugin (<https://hugin.sourceforge.io/>) ist eine sehr gute, kostenlose Alternative
- Zum Bearbeiten der Bilder verwende ich auf meinem MAC den PixelmatorPro

4. Erstellung von Crash-Objekten

Was sind Crash-Objekte, wozu braucht man sie

Im Simulator fliegt man eigentlich in einer Kugel oder ein Würfel herum (je nach Projektion und hat als Hintergrundbild das Panorama.

Theoretisch könnte man daher unendlich weit in alle Richtungen fliegen, auch nach unten.

Um das Flugerlebnis realistischer zu gestalten und auch den Orientierungssinn zu schulen, gibt es Crash-Objekte.

Das einfachste Crash-Objekt, dass in jedem Simulator vorkommt und nicht eingestellt werden muss, ist der Grund (Ebene mit 0 m Höhe).

Möchte man ein unebenes Gelände beschreiben z.B. für das Hangfliegen muss eine neuer Grund modelliert werden.

Ein gutes Beispiel dafür ist bei Heli-X der Airport "Ahornkopf".

In der nachfolgenden Beschreibung beschränke ich mich auf eben Szenerien. Das Vorgehen kann aber sinngemäss auch auf unebene Szenerien angewendet werden.

Crash-Objekte sind in der Regel aus Flächen (Dreiecke, Polygone) aufgebaut. Diese Objekte/ Flächen haben Materialeigenschaften, die beschreiben wie der Simulator sie verarbeiten muss. Beispielsweise ob sie durchsichtig sind wenn man dahinter fliegt (z.B. ein Maschendraht-Zaun) oder ob sie das Modell verdecken, wie z.B.: ein Baum.

Details dazu findet man im Handbuch V10 ab Seite 118.

Darstellung im Simulator

Crash-Objekte sind im Simulator normalerweise nicht sichtbar das sie ja ansonsten das Panoramabild verdecken würden.

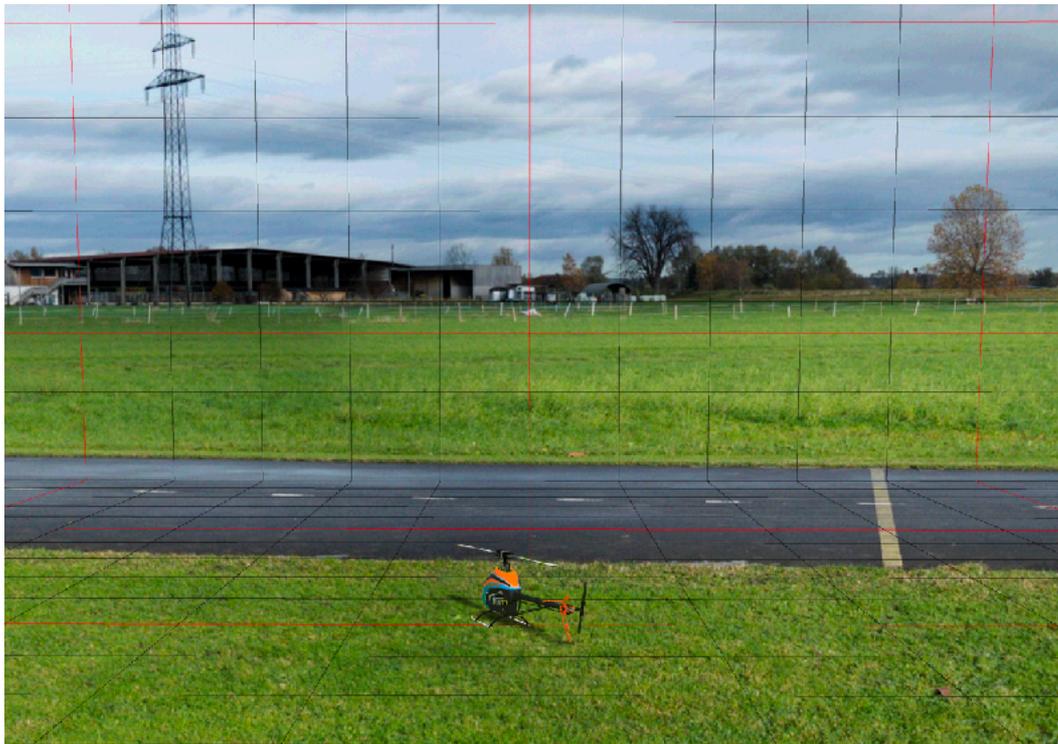
Zum Erstellen und Testen kann man mit der der Funktion "Umschalten Topographie Anzeige" Crash-Objekte Anzeigen.

Die Funktion kann man sich in der Konfiguration der Steuerung auf eine Taste legen (sollte dann Praktischerweise in der Steuerung für Helikopter und für Flächen eingestellt werden).



Im Bild sieht man sehr gut die schwarzen Linien die in diesem Fall die Hochspannungsleitung und auch andere Objekte als Crash-Objekt darstellen.

Es gibt noch eine weitere sehr hilfreiche Funktion welche das Koordinatennetz im Simulator darstellt. Die Funktion heisst "Matrix anzeigen/verbergen" und kann auch auf eine Taste gelegt werden.



Damit lassen sich Richtungen und Masse (Abstände) ermitteln und schätzen.

Is das Panorama sehr dunkel ist es schwierig die Linien zu erkennen. Ich mache mir dann mit einem Bildbearbeitungsprogramm ein sehr helles SW-Panorama aus dem Originalpanorama und verwende dies zum platzieren der Objekte.

Das schaut dann etwas so aus:



Bin ich fertig verwende, ich einfach wieder das Originalpanorama.

Detailierungsgrad

Am Beginn meiner "Szenerien-Karriere" habe ich die Objekte zu detailliert dargestellt. Viel Aufwand für nichts und zudem wird die Simulation gebremst, wenn man sehr viele und detaillierte Objekte hat.

Heute mache ich nahe gelegene Objekte mit relativ genauer Kontur (Beispiel das Fangnetz, da modelliere ich auch den Windsack der daran montiert ist).

Ferne Objekte wie z.B. eine Baumgruppe bilde ich durch ein Polygon oder einen "verformten" Zylinder ab und nicht aus einzelnen modellierten Bäumen.

Erstellung

Crash-Objekte werden im xml Format dargestellt.
für ein einfaches Beispiel schaut das so aus:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<project>
  <Triangle FrictionFactor="0.70" CrashSensitivityFactor="1.00" Thickness="1.00" Alpha="0.0000"
    MakeCrashObject="True" ShadowReceiver="False" CeilingType="False" GroundType="False">
    <Point>-10.95,3.30,4.31</Point>
    <Point>-11.21,0.01,4.48</Point>
    <Point>-4.36,3.15,4.15</Point>
    <Normal>0.03,0.02,1.00</Normal>
  </Triangle>
</project>
```

Die Koordinaten in Heli-X sind wie folgt: X für links/rechts, Y für oben/unten und Z für vorne/hinten. Das gilt es zu beachten wenn man Objekte platziert und ganz besonders wenn man ein CAD Tool zur Erstellung der Objekte verwendet, da ist oft Z für oben/unten und Y für vorne/hinten.

Glücklicherweise bietet Heli-X ein Tool an, das es erlaubt mit [Blender](#) Crash-Objekte zu erstellen und diese direkt in den Simulator zu exportieren. Das Tool gibt es hier [Download Blender Tool](#). Unbedingt die in der ZIP Datei enthaltene ReadMe lesen, die sehr hilfreich für die Verwendung des Tools ist.

Die Größe der Objekte messe ich vor Ort (kleine) und oder nehme sie aus einem Luftbild (siehe Platzierung), die Höhe messe ich wo möglich oder schätze sie wo Messen nicht möglich ist.

Ich rate dringend dazu, für jedes Crash-Objekt im Blender ein eigenes Objekt anzulegen, auch wenn diese z.B.: die gleichen Materialeigenschaften haben, da dies das Testen und die Optimierung ungemein erleichtert.

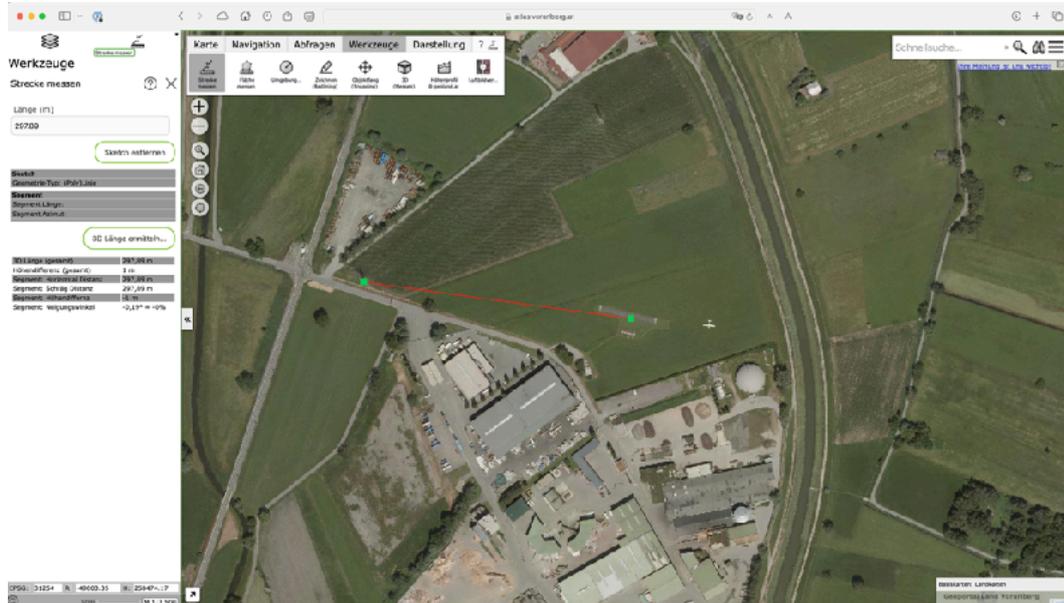
Platzierung

Das ist wohl der schwierigste Teil an der ganzen Aufgabe. Eine wesentliche Erleichterung ist, wenn man der Anleitung zum Erstellen der Panoramabilder befolgt:

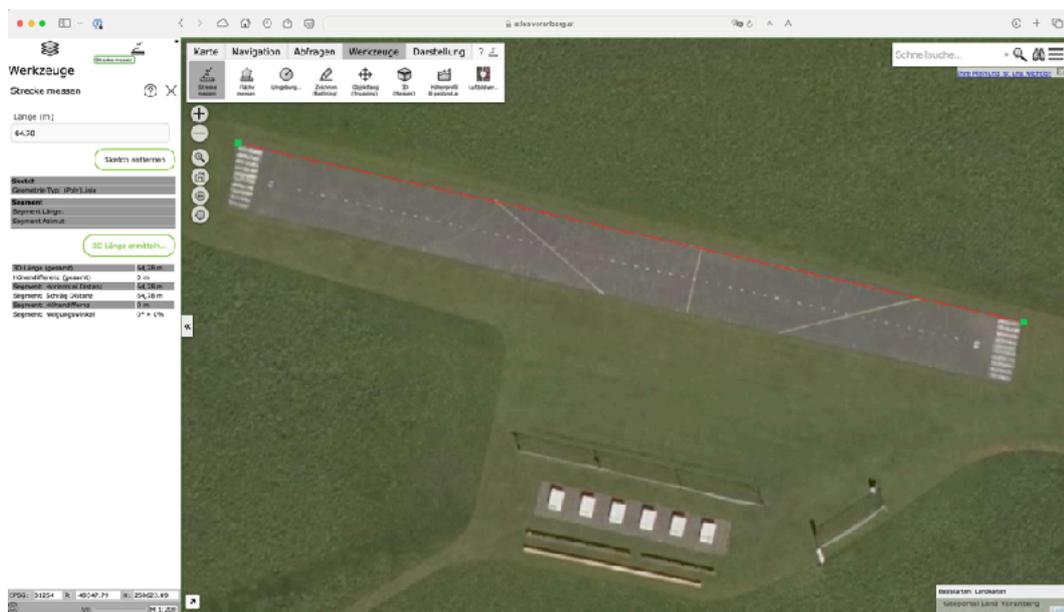
- Höhe des Objektivs über der Pistenebene bekannt
- Standort der Kamera (GPS Koordinaten oder eindeutige Abstände zu Referenzobjekten)
- Referenzobjekte in der Ferne zum Ausrichten der Objekte und eventuell in der Nähe als Grössenmassstab

folgendes Vorgehen hat sich bei mir bewährt:

- ich lade mir ein Luftbilder aus einer GEO Datenbank, zum Beispiel dem [Vorarlberg Atlas](#).
- im Atlas kann man Abstände und Höhen des Geländes messen was zur Überprüfung des korrekten Massstabes äusserst hilfreich ist.



Beispiel Abstand Piste zu Hochspannungsmast WEST 297m, Höhenabfall Gelände 1m

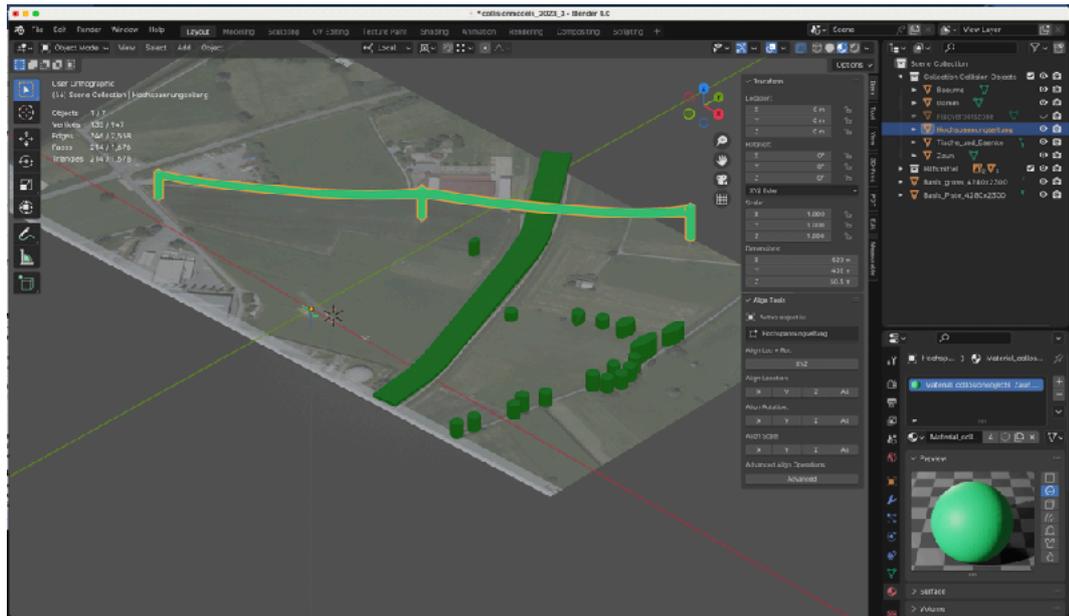


Beispiel Pistenlänge 64,7m, Höhenabfall 0 (also waagrecht)

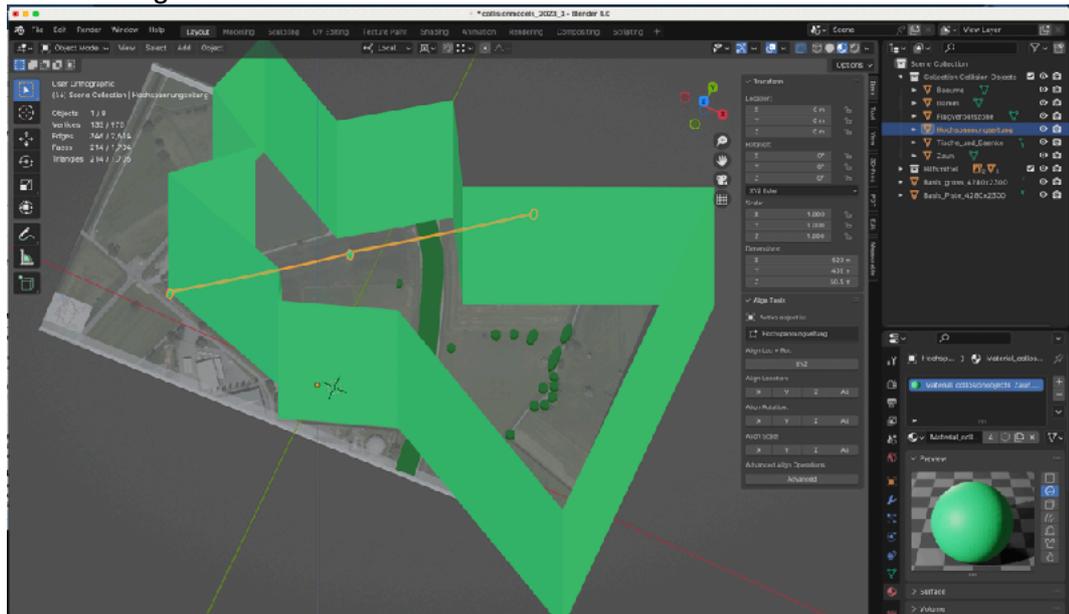
- die Bilder lade ich in das CAD Programm (Blender), ziehe sie auf den richtigen Masstab und und platziere die Objekte darauf.
ich legen den Ursprung aller Objekte auf einen gemeinsamen Punkt in der Karte, z.B.: Mitte Piste, schwierig ist das bei Vegetation, da Bilder manchmal etwas älter sind und in der Zwischenzeit Bäume/Sträucher gewachsen sind oder auch gerodet worden sind.
- Wenn alle Objekte erstellt sind drehe ich die Bilder und die Objekte noch so, dass sie mit der Ausrichtung des Panoramas übereinstimmen (Luftaufnahme, Crash-Objekte und Panorama müssen die gleich horizontale Ausrichtung haben).
Hier ist zu beachten, dass Karten nach geographisch Nord ausgerichtet sind aber der Kompass (auch im Telefon) magnetisch Nord anzeigt. Man kann die Deklination des Aufnahmestandortes nachschauen und bei der Drehung berücksichtigen.

- Nun trage ich noch im CAD Programm den Aufnahmestandort des Panoramas ein und Verschiebe alle Objekte so, das der gemeinsame Ursprung beim Aufnahmestandort liegt.

Das schaut dann im Blender etwa so aus (ohne Flugverbotszone):



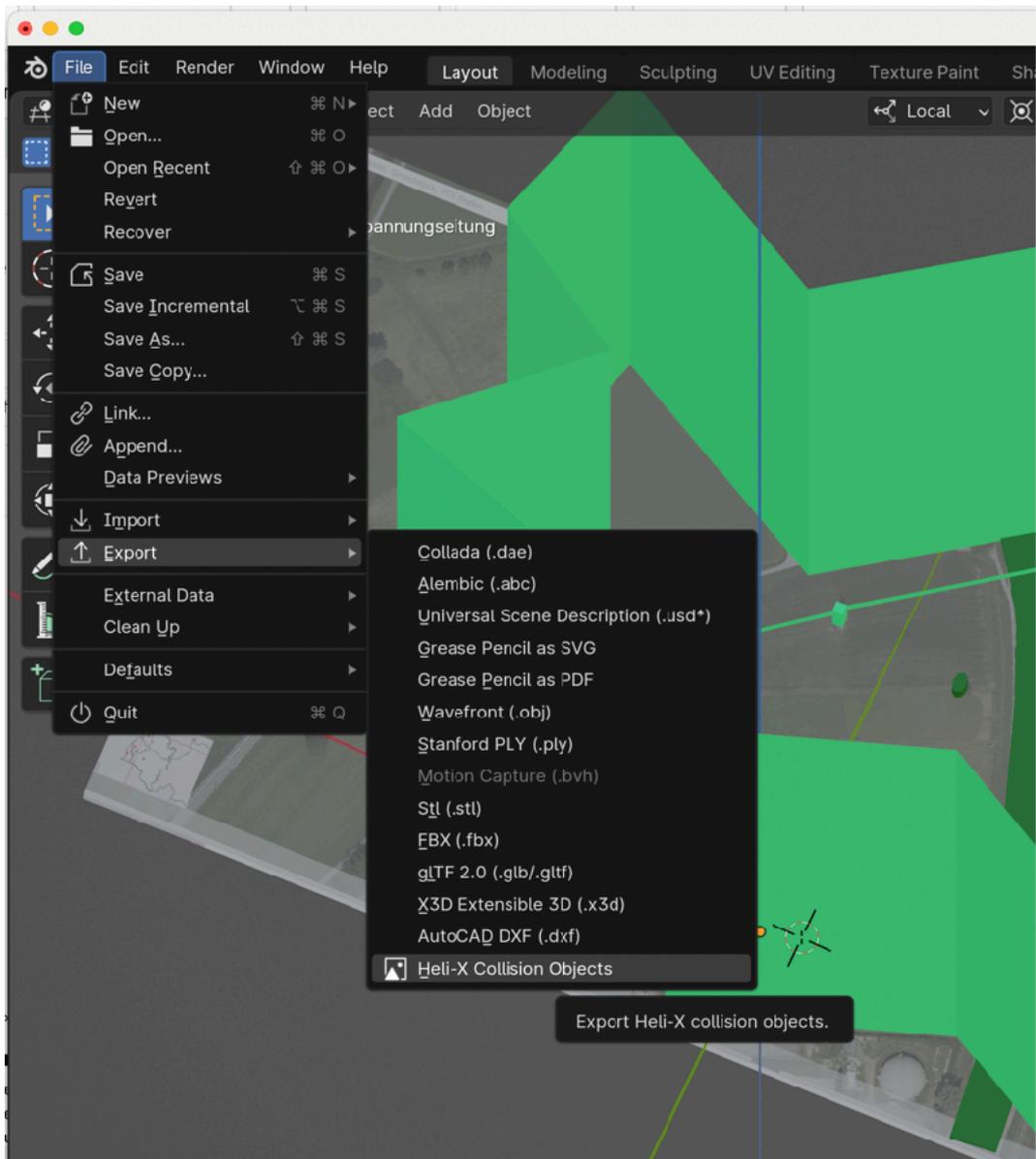
und mit Flugverbotszone



für die MCB'ler

Die Flugverbotszone habe ich hinter den Zaun verlegt, damit mal man hinter dem Zaun fliegen kann und mit eine kleinen Modell auch auf dem Tisch landen, **was natürlich in der Realität strengstens verboten ist** aber zum Üben der Orientierung im Simulator enorm hilfreich ist.

- ist alles fertig, exportiert man aus dem Blender die Objekte direkt in das HELi-X Verzeichnis, wo die Szenerie liegt (siehe Einbindung).



wichtig:

- es werden nur Objekte aus der Blender Collection mit der Bezeichnung "Collection Collision Objects" exportiert und da auch nur die welche sichtbar sind.

Einbindung in die Simulation

Die Airports/Szenerien sind bei Blender wie folgt abgelegt:

in OSX: in der User Library unter HELI-X10/resources/environments/SkyBox

In Windows: in ProgramData\HELI-X10/resources/environments/SkyBox

Beschreibung ist im Manual V10 ab Seite 116, Airports 6.2

- jeder Airport hat ein Verzeichnis mit dem Namen des Airports
- im Verzeichnis hat es die 6 Seiten des Würfels die ebenfalls den gleichen Namen haben mit den Endungen _top, _bottom, _left, _right, _back, _front
- im Verzeichnis ist eine airport.xml mit dem Namen (airport = Name des Airports)
- in dieses Verzeichnis kommen auch die Crash-Objekte als xml Datei, die Namen sind frei wählbar
- Bei Heli-X werden Crash-Objekte im <TopographyFile> definiert.
- in der Datei airport.xml wird für jedes Crash-Objekt ein Eintrag wie folgt gemacht

```

.....
<TopographyFile>Baeume.xml</TopographyFile>
<TopographyFile>Damm.xml</TopographyFile>
<TopographyFile>Flugverbotszone.xml</TopographyFile>
<TopographyFile>Hochspannungseitung.xml</TopographyFile>
<TopographyFile>Tische_und_Baenke.xml</TopographyFile>
<TopographyFile>Zaun.xml</TopographyFile>
.....
  
```

Alternativ können alle Crash-Objekte in ein <TopographyFile> gelegt werden, dazu im Blender vor dem Export einen Join der Objekte machen und nur diese Datei exportieren. Ich bevorzuge die erste Variante mit mehreren Files, da dies die schrittweise Entwicklung der Objekte und das Debug vereinfacht.

Wenn ihr euch Crash-Objekte von bestehenden Airports im Blender anschauen wollt, so bietet das oben erwähnte Blender Tool auch eine Import Möglichkeit.

Hilfsmittel

- beliebigen Texteditor der XML unterstützt damit man Syntax Fehler sofort sieht oder besser CAD Programm Blender mit dem [Tool von Heli-X](#)
- Kartenmaterial oder Luftbilder z.B.: [Vorarlberg Atlas](#), [Google Maps](#) etc.

5. Testen und Optimieren

Testen und Optimieren

- hat man viele Objekte ist es vorteilhaft, Objekt für Objekt zu testen.
- man lädt den Airport mit dem zu testenden Objekt, schaltet die Crash-Objekte auf sichtbar (wie im Punkt Erstellen von Crash Objekte beschrieben) und prüft ob das Objekt am richtigen Ort ist und die Form passt
- wenn das passt prüft man das Verhalten: crasht man, wenn man dagegen fliegt, sieht man durch oder verdeckt es das Modell wenn man dahinter fliegt etc.

Fehlerbilder - mögliche Ursachen - Korrekturmaßnahmen

- nur ein Objekt versetzt aber Grösse OK:
 - falsche Koordinaten im Objekt -> Koordinaten anpassen
- **mehrere** Objekte in Blickrichtung immer in **gleiche** Richtung versetzt (z.B.: immer rechts von der richtigen Position):
 - Ausrichtung Panorama und Ausrichtung Objekte stimmen nicht überein -> alle Objekte um Pilotenposition drehen



in diesem Beispiel muss das Objekt Hochspannungsleitung nach links gedreht werden

- Objekte **links** und Objekte **rechts** sind in Bezug zur Blickrichtung **nicht in gleiche** Richtung versetzt:
 - Standort Pilot stimmt nicht mit Aufnahmeort überein -> alle Objekte verschieben, so dass Standort Pilot zu den Objekten passt
- Abstand zwischen entfernten Objekten (z.: Masten oder Gebäude) ist OK aber Objekte zu gross oder zu klein:
 - zu gross und zu breit - Objekte sind zu nahe -> Masstab vergrößern so dass Objekte weiter wegrücken



Objekt ist zu gross, Abstände zwischen den Masten sind aber OK, d.h. Objekt könnte zu nahe am Piloten sein

- zu klein und zu schmal - Objekte sind zu ferne -> Masstab verkleinern so dass Objekte näher zur Pilotenposition rücken
 - nur Höhe stimmt nicht, Breite passt: Höhe falsch geschätzt oder falsch gemessen -> überprüfen und anpassen
- nahe Objekte zu hoch und zu breit
 - Abstand zum Piloten zu klein -> Objekt verschieben



- nahe Objekte zu niedrig und zu schmal
 - Abstand zum Piloten zu gross -> Objekt verschieben



Sonderfall - Kameraposition während Aufnahme nicht genau bestimmt

- Hat man ein Panorama aber keine genauen Daten über die Kameraposition geht man wie folgt vor:
 - Szenerie ohne Crash-Objekte erstellen

- Im Simulator Statuszeile anzeigen lassen und mind. 3 Referenzpunkte anfliegen und die Koordinaten dokumentieren

referenz_1 x: 2.6, y: 0.2 z: -12.7



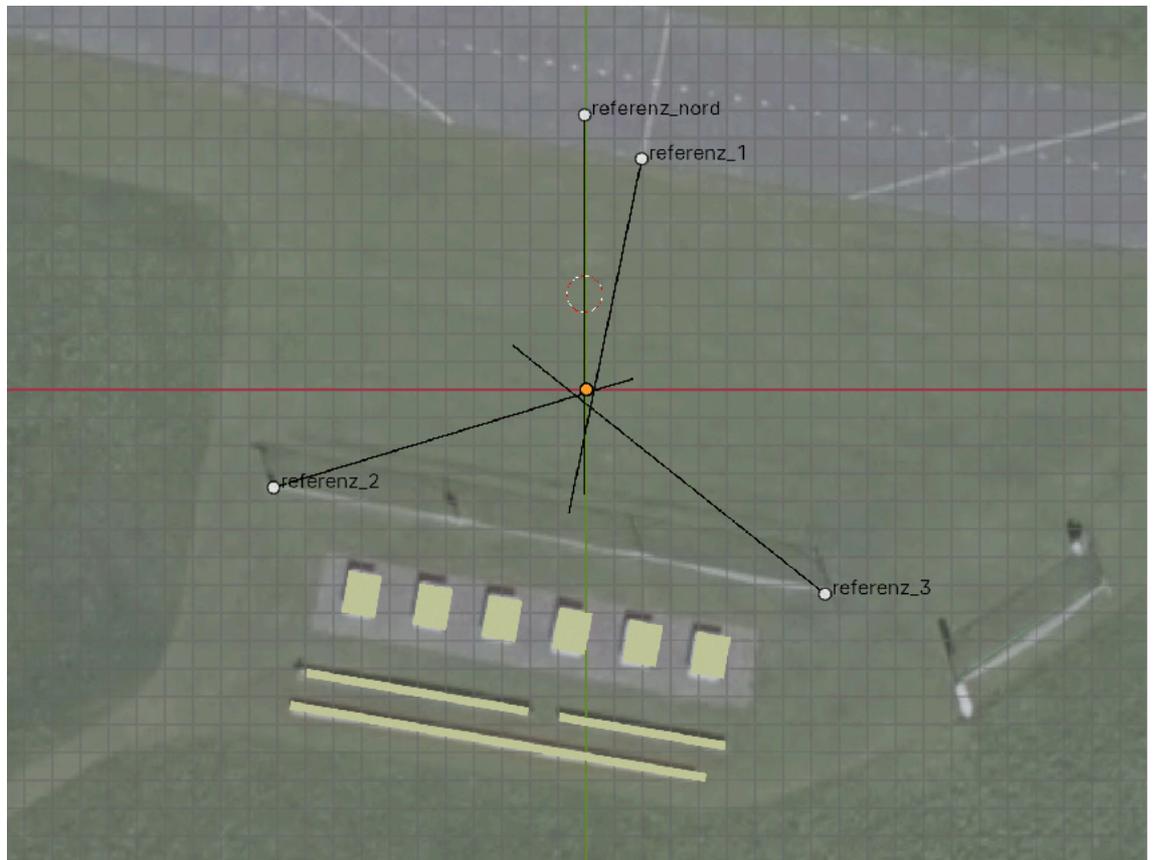
referenz_2 x: -12.8 y: 0.2 z: 3.9



referenz_3 x: 11.1 y: 0.2 z: 8.9



- Im Blender Linien von den Referenzpunkten mit den invertierten Distanz X/Z der aus den vorher ermittelten Referenzpositionen zeichnen
- Im Schnittpunkt liegt die Kameraposition von der das Panorama aufgenommen wurde sind die Linien deutlich zu lang, ist die Augenhöhe in der airport.xml zu hoch, wenn zu kurz dann ist die Augenhöhe zu tief



- Als zusätzliche Hilfe kann man sich noch die Matrix Anzeigen, da lassen sich Abstände und Richtungen ermitteln (sw Linien 1 Meter, rote Linien 5 Meter Abstand)

Schlussbemerkung zur Platzierung von Objekten

- Die Platzierung mit Luftbildern hat einige Stolpersteine:
 - Bilder werden selten genau senkrecht über dem Objekt aufgenommen, man sieht also eine leicht schräge Ansicht gut zu sehen am vorhergehenden Bild mit den Referenzen in dem man das Netz erkennen kann
 - Gelände ist selten genau eben, bei unserem Platz fällt das Gelände über die Pistenlänge um 30-50cm, die Piste ist aber waagrecht. Zeichnet man nun die Piste als Objekt gemäss Luftbild wirkt sie im Simulator horizontal verdreht aber eigentlich ist sie gegenüber dem Gelände vertikal verkippt. Möchte man das korrigieren, kommt man an einer genauen Abbildung des Geländes nicht vorbei.

6. Downloads und Links

Downloads Szenarien und Anleitungen

[im Downloadbereich](#)

Links

- [Heli-X](#)
 - [Heli-X Handbuch](#)
 - [Heli-X Blender Tool für Collision Modelling](#)
 - ältere Berichte zum Thema von 2011 [Bericht von 2011](#)
 - Kamera APP [KameraPro](#)
 - Sticking Programme [PTGUI](#) und [HUGIN](#)
 - [CAD Programm Blender](#)
- [Vorarlberg Atlas](#)