

1

Insbesondere bei Profilen und Plana mit großer Bildtiefe hat sich seit längerem die Erstellung einer Orthoabbildung für die Weiterverarbeitung im GIS bewährt. Hier eine Gegenüberstellung zur rein oberflächlichen Beurteilung der Qualitätsunterschiede zwischen dem etablierten *Metashape* und *RealityCapture*.

Bastian Lischewsky

RealityCapture

Ein Tutorial für die Anwendung in der Archäologie

Die Methode der 3D-Modellierung hat sich in unterschiedlichen Branchen wie Architektur, Film- und Spielentwicklung sowie im Vermessungswesen fest etabliert. Auch in der Archäologie kommt sie inzwischen regelmäßig zum Einsatz. Hier ist vor allem das Programm *Metashape* der russischen Firma Agisoft verbreitet. Angesichts der Sanktionen gegen Russland drohen allerdings Einschränkungen von Lizenzen, vor allem für den Öffentlichen Dienst. *RealityCapture* stellt hier eine attraktive Alternative dar.

RealityCapture (RC) ist eine Software zur Erstellung von 3D-Modellen und Punktwolken aus Digitalbildern, die von der slowakischen, inzwischen zu Epic Games gehörenden Firma Capturing Reality entwickelt wurde. Epic Games bietet für *RealityCapture* ein flexibles Lizenzmodell, darunter auch die Möglichkeit zur Nutzung von Floating-Lizenzen, die für große Institutionen und Projekte vorteilhaft sein können. Darüber hinaus ist seit Frühjahr 2024, mit dem Release der Version 1.4, die Nutzung der Fotogrammetrie-Software für Studierende, Ausbilder und Hobbyisten sowie für Unternehmen mit einem Jahresumsatz von weniger als einer Million US-Dollar kostenlos.

Wie die Landesämter für Archäologie oder andere öffentliche Institutionen mit dieser neuen Option umgehen werden, ist derzeit noch abzuwarten. Denn wie die Regelungen von *RealityCapture* hinsichtlich „non-commercial“ zu interpretieren sind, ist noch nicht hinreichend geklärt. Im Übrigen ist die vermeintlich freie Verfügbarkeit durch das erforderliche Anlegen eines Epic-Accounts sowie der notwendigen Nutzung des

Epic-Launchers beschränkt. Diese im privaten Kontext einfach zu lösenden Vorgänge bilden für Ämter, bedingt durch Anforderungen an den Datenschutz und die Datensicherheit, oftmals schier unüberwindbare Hürden. Zudem kann Epic Games das derzeitige Lizenzmodell jederzeit ändern und womöglich die kostenfreie Nutzung einschränken.

RealityCapture – Vor- und Nachteile

RealityCapture ist für seine außergewöhnlich hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit bekannt. Die Software verwendet optimierte GPU-beschleunigende Algorithmen, was die Erstellungszeit von 3D-Modellen und Punktwolken drastisch verkürzt. Diese ist besonders nützlich bei der Verarbeitung großer Datenmengen im Büro oder aber auch für Berechnungen im Feld, wie sie bei Ausgrabungen häufig vorkommen.

Als Nachteil gegenüber Agisoft präsentiert sich zurzeit das „Image Mosaicing“ für die Erstellung der Orthomosaiken. Diese Option wurde jüngst in *RealityCapture* implementiert, funktioniert dort allerdings nicht verlässlich und ist, was die Abbildungsqualität angeht, recht fehleranfällig (dazu im Tutorial mehr). Im aktuellen „workaround“ wird die bereits generierte Textur auf dem Modell vom Programm genutzt, um die Orthoabbildung zu generieren. Hier arbeitet *Metashape* bisher verlässlicher. Ein weiterer Nachteil von *RealityCapture* ist die Abhängigkeit von Nvidia-Grafikkarten, da die Software die Schnittstelle CUDA verwendet. Computer ohne Nvidia-Grafikkarte können dementsprechend nicht verwendet werden.

Für den Einstieg in *RealityCapture* sind hier die wichtigsten Tools für die Grabungstechnik einmal in einem Tutorial gegliedert zusammengefasst:

1. Das Erstellen eines Modells inklusive Textur
2. Das Georeferenzieren von Modellen
3. Das Erstellen von Orthoabbildungen für QGIS

Tutorial

1. Erstellen eines Modells inklusive Textur in *RealityCapture*

Diese Beschreibung enthält Angaben zur Berechnungsdauer. Gegebene Voraussetzungen: 171 Fotos, Nikon Z5 (6016x4016, 9.5-16.5 MB); Windows 64 Bit, Prozessor: AMD Ryzen 7 7735HS mit AMD Radeon und NVIDIA GeForce RTX 4050 Laptop GPU sowie 32.0 GB RAM.

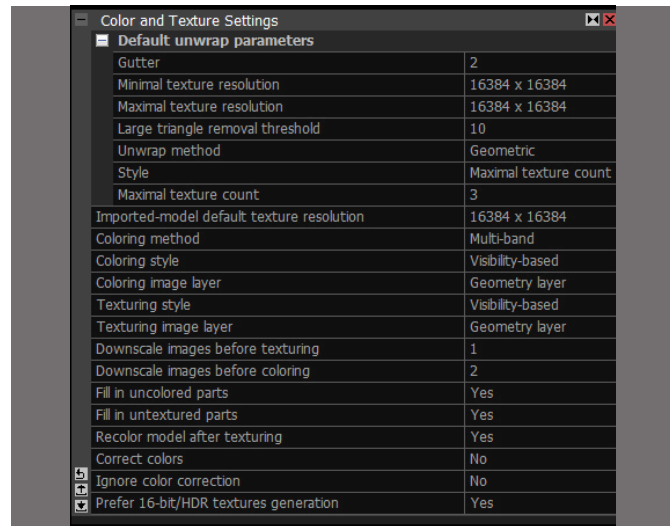
- „Workflow“ > „1. Add imagery“ > „Inputs“ oder „Folder“
Der Verfasser nutzt immer „Inputs“ und sucht die zu verarbeitenden Fotos in dem betreffenden Ordner. Dort Bilder auswählen und „Öffnen“.

Grundsätzlich ist beim Fotografieren für das Modell die gleiche technische Herangehensweise wie für Metashape einzuhalten: die Brennweite sollte unverändert bleiben, die Belichtung ausreichend ausbalanciert und nach Möglichkeit unverändert sowie die Belichtungszeit ausreichend kurz sein, um Bewegungsunschärfen zu vermeiden.

- „Workflow“ > „2. Process“ > „Align Images“
Dauer: 1.01 min
- „Workflow“ > „2. Process“ > „Calculate Modell“
Es gibt einen „dropdown-Button“, um zwischen „Preview-“, „Normal-“ oder „High Quality“ zu wählen. In dieser Beschreibung nutzt der Verfasser die Option „Normal“, der Daten- und Zeitaufwand ist in die jeweiligen Qualitätsrichtungen natürlich entsprechend.
Dauer: 14.55 min
- „Workflow“ > „2. Process“ > „Texture“
Dauer: 7.10 min
Gesamtdauer: 23.06 min
69.1 Mio. Polygone

Die beschriebenen Arbeitsabläufe sind im Programm unter „Workflow“ > „2. Process“ zusammengefasst und dort auch nicht in ihren Einstellungen veränderbar. Wer zusätzliche Optionen und Beeinflussungsmöglichkeiten nutzen möchte, kann die weiteren übergeordneten Reiter wählen – und sollte das für die späteren Orthofotos im Falle der Textur auch unbedingt tun. Dazu mehr unter „Meshcolor and Texture“.

- „Alignment“: Unter „Registration“ findet sich ebenfalls der Button „Align Images“, zusätzlich jedoch auch weitere Optionen. Unter anderem „Settings“, mit diversen Prozesseinstellungen.
- „Mesh Model“: Unter „Create Model“ finden sich die Buttons „Normal Detail“ (wie in unserem Beispiel genutzt), „Preview“ und „High Detail“, jedoch auch „Settings“ mit vielfältigen Einstellungs- und Regulierungsmöglichkeiten.



- 2 Einblick in das Kontextmenü von "Color and Texture Settings", hier finden sich die Einstellungen wie im Tutorial beschrieben, aber auch diverse andere Stellschrauben, die vom Verfasser zunächst nicht genutzt wurden.

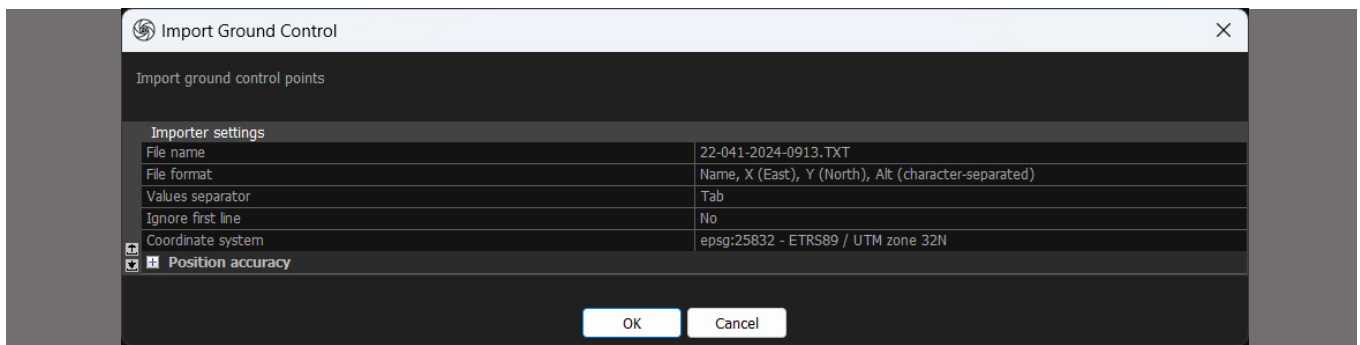
- Ebenfalls unter „Mesh Model“ findet sich der Reiter „Mesh-color and Texture“. Hier sind weitere Optionen wählbar, unter anderem „Settings“, mit vielfältigen Einstellungs- und Regulierungsmöglichkeiten. In den „Settings“ sollte die **minimale und maximale texture resolution** auf 16384 x 16384 gesetzt werden.

Die jeweiligen Einstellungsmenüs erscheinen am linken Bildschirmrand. Sollte dies nicht passieren, die „Fensteraufteilungs-Optionen“ rechts neben dem *RealityCapture*-Logo in der oberen linken Bildschirmcke nutzen.

2. Georeferenzieren von Modellen in *RealityCapture*

Die benötigten Messdaten liegen in einer Textdatei bereit. Dezimaltrennzeichen ist in diesem Beispiel ein Punkt und die Spalten sind durch Tab getrennt.

- „Alignment“ > „Import“ > „Ground Control“, die benötigte „Messdaten.txt“ aussuchen und „Öffnen“. Im nun geöffneten Kontextmenü lässt sich bspw. der Dateiname wiedererkennen oder das File-Format anpassen. Hier kann ggf. auch die Messdatei in den Bezug zum zugrundeliegenden Koordinatenbezugssystem gebracht werden.
- Die geladenen GCP's (Ground Control Points) sind jetzt auf der linken Seite in Projektstruktur unter „+ Control Points“ zu sehen.
- Unter „Alignment“ > „Optional“ wird „Add Control Points“ gewählt (es ist aktiviert, solange es farblich hinterlegt ist).
- In der Projektstruktur unter „+ Control Points“ wird nun der erste Punkt angewählt, der zugewiesen werden soll und rechts im Modell angewählt.
- Daraufhin öffnet sich in der Projektstruktur unter „+ Control Points“ unter dem gewählten Punkt eine Auflistung aller Bilder, in denen dieser Messpunkt (auch Target) erkannt wurde.



3 Import der Ground Control Points zur Georeferenzierung des Modells.

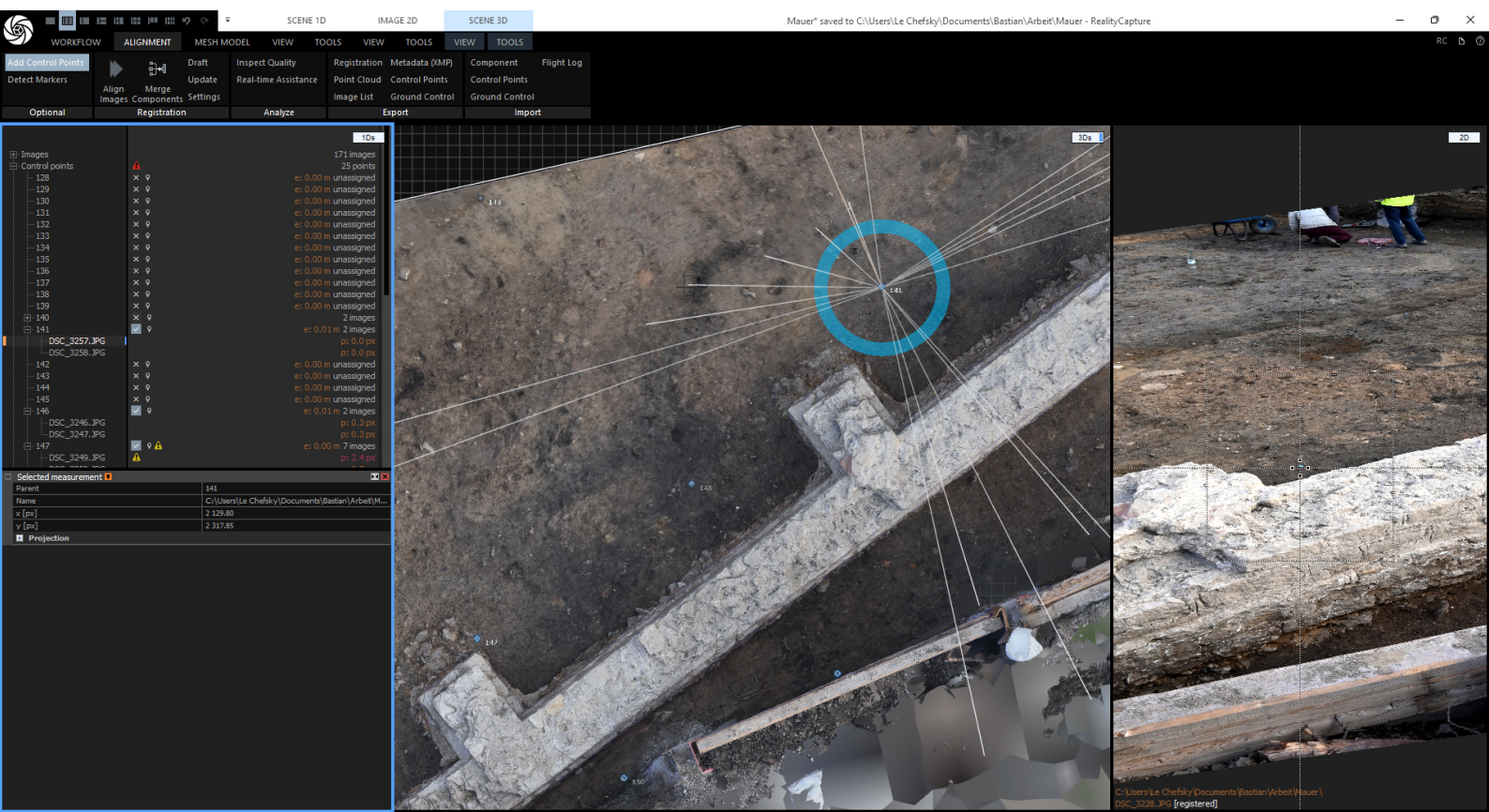
- Wird das erste Bild (über das grüne „Plus“ rechts daneben) angewählt, öffnet sich neben dem Modellfenster ein weiteres Arbeitsfenster, in dem das gewählte Foto in 2D erscheint.
- Um das Bild jetzt dem Punkt zuzuweisen, wählt man das 2D-Fenster an.
- Das Foto erscheint und auf dem Foto erkennt man den gewählten Punkt. Klickt man diesen an (**mit der linken Maustaste! Und gedrückt halten!**), zoomt die Software automatisch in die volle Auflösung. Falls gewünscht, kann jetzt die Zuweisung korrigiert werden – Abschließend lässt man die linke Maustaste los.
- In der Projektstruktur unter **„+ Control Points“** neben dem gewählten Punkt erscheint nun ein rotes Ausrufezeichen. Es verschwindet, wenn die restlichen Bilder unter dem gewählten Punkt zugewiesen wurden.
- Hat man alle Bilder zugewiesen, wird der nächste zuzuweisende **GCP** gewählt.
- Dieser Vorgang wird so oft wiederholt wie verfügbare Targets vorhanden oder gewünscht sind. RealityCapture benötigt wie Metashape mindestens drei Targets (GCPs) für

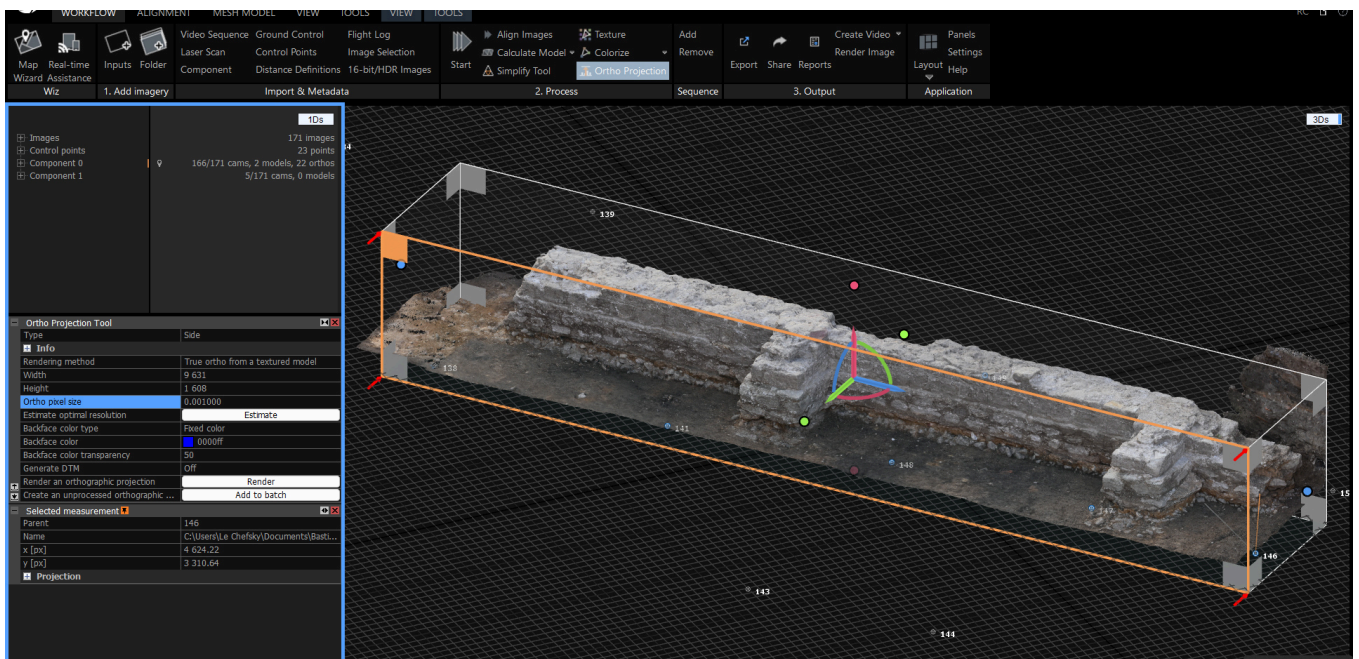
eine grundlegende Georeferenzierung, jedoch wird für präzise Ergebnisse eine größere Anzahl und gute Verteilung empfohlen. **Je mehr und ausreichend gut im oder um das Objekt verteilte Passpunkte vorhanden sind, umso akkurater kann die Georeferenzierung am Ende sein.**

- Wurden genug **GCP's** sowie die dazugehörigen Bilder zugewiesen wird nun unter **„Alignment“ > „Registration“** der Button **„Update“** gedrückt.
- Während des Zuweisens der Punkte an das Modell bzw. seine Bilder öffnete sich links unten (dort wo alle Kontextmenüs erscheinen bspw. von „Settings“) das Kontextmenü **„Selected control point(s)“**. Unter **„Alignment report“** wird die Abweichung/Genauigkeit, also der Fehler, angezeigt.
- Mit Betätigung der „2“ auf dem Num-Pad wechselt die Anzeige im Modellbereich auf die nun georeferenzierte nach Norden ausgerichtete Ansicht von oben.

Eine automatische Target-Erkennung gibt es in RealityCapture auch. Es werden sogar die Metashape-Targets erkannt, allerdings nicht in der richtigen Nummerierung. Die automatische Zuordnung ist noch nicht hinreichend evaluiert worden.

4 Zuweisung der GCP's.





5 Auswahl der Projektionsebene.

3. Erstellen von Orthoabbildungen aus RealityCapture für QGIS

Das Generieren von orthogonalen Abbildungen mit einer gerenderten planaren Ansicht auf die Planums- oder auf die Profilebene gehört zu den Hauptaufgaben der Fotogrammetrie im Berufsalltag der Archäologie.

Orthomosaik vom Planum

- „Workflow“ > „2. Process“ > „Ortho Projection“. Um das Modell herum erscheint eine orangefarbene „Box“. Diese definiert die Projektionsfläche der Orthoabbildung. Sie lässt sich in ihren Dimensionen anpassen und rotieren. Hierfür können die grünen und blauen Punkte von beiden Seiten verschoben und die Box mit gedrückter linker Maustaste am roten Bogen des XYZ-Achs-Symbols gedreht werden. Alles innerhalb des orangefarbenen Feldes wird abgebildet.
- Links im Kontextmenü „Ortho Projection Tool“ wird nun im Feld „Ortho pixel size“ der Wert zur gewünschten Auflösung eingetragen. Die Pixelgröße beschreibt die Größe eines Pixels in der Realität. Im Beispielfall ergab 0.001 eine spätere Bildgröße von 9700 x 2070 px, da die aufgenommene Fläche eine Größe von 9,7 m x 2,07 m hat und die Pixelgröße 0.001 m beträgt. Hier kann nach Bedarf variiert werden. Auf „Render“ klicken.
- Nach der Berechnung der Orthoabbildung wechselt die Anzeige von der 3D- in die 2D-Ansicht. Die fertige Orthoprojektion liegt bildkantenparallel und nicht genordet (!) vor.

Orthomosaik vom Profil

Um die wesentlichen Bestandteile des Profils im Orthofoto gut sichtbar zu machen, empfiehlt es sich, das Modell zu beschneiden und störende Strukturen im Hinter- oder Vordergrund zu beseitigen. Dasselbe gilt für den Fall, dass nur ein einziges Profil, bspw. eine Seite einer rechteckigen Lochsondage,

abgebildet werden soll. Das Modell wird also so beschnitten, dass ein freier Blick auf die zu rendernde Ansicht möglich ist.

- „Tools“ > „Mesh Model“ > „Cut by Box“ > Kontextmenü links: „Cut Model by Box Tool“, „Cut Outer“ klicken. Das Modell ist nun beschnitten. Die orangefarbene Box und alles, was sich außerhalb befand, sind verschwunden.
- Die Box über „Tools“ > „Mesh Model“ > „Ortho Projection“ erneut aktivieren und an das Modell anpassen (Drehung und Größe wie unter „Orthomosaik vom Planum“ beschrieben). Die Box muss in ihrer Ausrichtung augenscheinlich parallel zum gewünschten Profil sein. Mit Num-Pad „1“ lässt sich die Orbit-Funktion aktivieren, Modell und Box lassen sich nun mit gedrückter rechter Maustaste frei bewegen.
- Ähnlich wie von Janko Reichel im Workflow für Metashape (Rundbrief 20/2022, S.15) beschrieben, wird nun noch die Z-Höhe der Box (roter Punkt) mit gedrückter linker Maustaste (in NumPad-Ansicht „4“ oder „6“) so weit an das Modell herangeführt, dass dieses um „Pixelbreite“ aus der Box hinausragt. Mit Num-Pad „1“ lässt sich die Orbit-Funktion aktivieren, Modell und Box lassen sich nun wieder mit gedrückter rechter Maustaste frei bewegen.
- Links im Kontextmenü „Ortho Projection Tool“ steht im obersten Feld „Type“. Hier wird im Dropdown-Menü auf „Side“ umgestellt. Die betreffende Seite der orangenen Box, die das Profil abbilden soll, kann nun gewählt werden. Der Verfasser hat sich immer für das obere linke Flächensymbol entschieden.
- Links im Kontextmenü „Ortho Projection Tool“ wird nun im Feld „Ortho pixel size“ der Wert zur gewünschten Auflösung eingetragen. Im Beispielfall ergab 0.001 eine spätere Bildgröße von 9700 x 2070 px. Hier kann nach Bedarf variiert werden.

Bei „Rendering Method“ gibt es zwei Möglichkeiten, die in Betracht kommen:

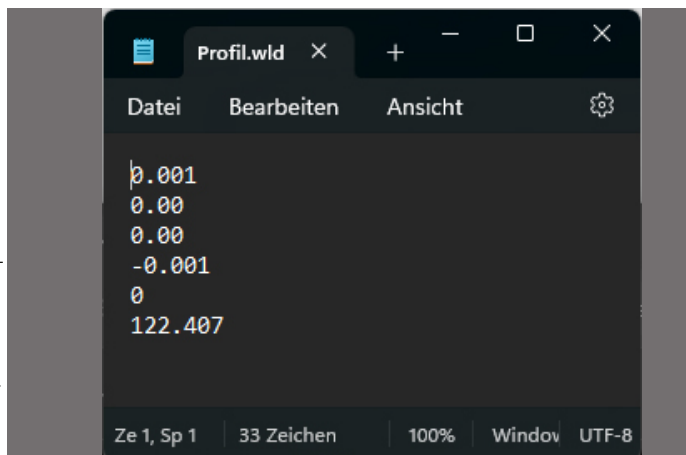
- a. „Image mosaicing“; hierbei handelt es sich um die klassische Herangehensweise zur rechnerischen Erstellung eines Orthomosaiks. *RealityCapture* hat diese Option jüngst hinzugefügt, allerdings funktioniert die Methode nicht verlässlich und ist ziemlich fehleranfällig was die Abbildungsqualität angeht.
- b. Deswegen ist der aktuelle workaround „True ortho from a textured model“. Hierbei wird die bereits generierte Textur vom Programm hinzugezogen. Das bedeutet, die Auflösung der Orthoabbildung ist abhängig von der Auflösung der Textur. Je nach Objektgröße und der benötigten Pixelauflösung der Orthoabbildungen kann eine Texturauflösung von 16384 x 16384 Pixel oder sogar mehr notwendig sein.

- Auf „Render“ klicken.
- Nach der Berechnung der Orthoabbildung des Profils wechselt die Anzeige vom 3D-Bereich in die 2D-Ansicht. Der Mauszeiger zeigt nun innerhalb der berechneten Ansicht die Koordinaten an. Die höchstmögliche Z-Koordinate, die angezeigt wird, wird notiert. Diese wird später benötigt. Im Beispiel des Verfassers: 122.407 (epsg:25832 ETRS89 / UTM zone 32N: 447239.910 m, 5538018.059 m, 122.407 m).

(GPS: N49,59,31.758324; E8,15,50.159425; 122.4 m)
(epsg:25832 - ETRS89 / UTM zone 32N: 447239.910 m, 5538018.059 m, 122.407 m)

- 6 Koordinatenanzeige am unteren linken Bildrand. Hier wird die benötigte Z-Koordinate abgelesen..

- „Workflow“ > „2.Output“ > „Export“ > „Color Orthographic Projection“. Dateinamen und Pfad wählen. Inhalte des Kontextmenüs beachten und in jedem Fall bei „Export World File“ auf „Yes“ setzen.
- Um – wie auch von Janko Reichel beschrieben – den GeoTag im fertigen Orthomosaik, welches als TIFF vorliegt, zu entfernen, wird das Bild mit einem verfügbaren Programm geöffnet und als JPEG unter gleichem Namen gespeichert. **Achtung: dabei nicht mehr skalieren!**
- Die ebenfalls gespeicherte TFW-Datei wird im Editor geöffnet. Die unteren beiden Zeilen werden editiert. In die unterste



- 7 Beispielansicht der in diesem Projekt erstellten TFW- bzw. WLD-Datei.

Zeile wird der vorher notierte Höhenwert eingetragen (122.407). In die Zeile darüber kann eine beliebige Zahl eingetragen werden. Der Hochwert in QGIS entspricht nun der Höhe, der Rechtswert ist beliebig und kann auf Wunsch so angepasst werden, dass mehrere Profile definiert nebeneinander liegen. Alle anderen Zahlen und Negativ-Zeichen sollten wie abgebildet eingetragen sein. Wobei der vom Verfasser unter: „Erstellen von Orthoabbildungen aus RealityCapture für QGIS“ Punkt „2.“ eingesetzte Faktor 0.001 hier wiederkehrt und natürlich je nach Einstellung beim Rendern variabel bleibt.

- Die geänderte Datei wird gespeichert und die Datei-Endung von TFW zu WLD umbenannt.
- Das JPEG kann nun in QGIS eingefügt werden und sollte 122.407 m über dem Koordinatenursprung liegen.

Bastian Lischewsky

Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz

Direktion Landesarchäologie

Außenstelle Mainz

Bastian.Lischewsky@gdke.rlp.de

Der Verfasser bedankt sich herzlichst bei Arie Kai-Browne für seine offenerherzige Bereitschaft, die Erstellung dieses Tutorials mit seinem fundierten Hintergrundwissen zu unterstützen.