



Voraussetzungen, Equipment und Software für die Photogrammetrie

Die gute Nachricht vorab: Die Kosten sind minimal, das Thema ist leicht zugänglich und erzeugt bei Schülern aller Altersgruppen ab der 8. Klasse schnell eine Faszination.

Benötigt werden

- Kameras – die Smartphone-Kameras der Lernenden reichen dazu vollkommen aus, ggf. vorhandene DSLR oder Systemkameras sind natürlich umso besser
- mindestens ein PC mit einer NVIDIA-Grafikkarte
- die Software [RealityCapture](#)
- Schulaccounts beim Anbieter von RealityCapture [EpicGames](#) sowie auf der Plattform [Sketchfab](#)
- KnowHow zur korrekten Fotografie von Szenen und Objekte
- KnowHow im Umgang mit der Software RealityCapture

Die Kameras

Die Kameras dienen den Lernenden dazu, die Fotos von einem Objekt oder einer Szene zu schießen. Je höher die Kamera auflöst, desto mehr Details kann das spätere 3D-Objekt wiedergeben. **Moderne Smartphones** mit ihren **12 Megapixel-Sensoren oder besser** reichen für unsere Zwecke vollständig aus.

PC mit NVIDIA-Grafikkarte

Dies mag für einige Schulen eine Hürde sein: Wir brauchen einen „Gaming PC“. Die **NVIDIA-Grafikkarte** brauchen wir, weil die von uns eingesetzte Software RealityCapture diese zwingend voraussetzt.

Die gute Nachricht: Wir brauchen nicht das neueste Modell. Selbst alte Karten wie eine **NVIDIA 760 GTX** reichen vollkommen aus.

RealityCapture

Es gibt verschiedene Software für das Thema Photogrammetrie – wir setzen auf den Platzhirschen [RealityCapture](#). Aus unserer Erfahrung liefert diese Software nicht nur die schnellsten und besten Ergebnisse, auch das Lizenzmodell kommt unserem Projekt sehr entgegen.

Wir können das **PPI-Lizenzmodell** (pay-per-input) nutzen. Hierbei zahlt man erst beim Exportieren eines 3D-Modells (z.B. der Export auf Sketchfab) und man zahlt auch nur für die Fotos, die für Erstellung der Geometrie des Modells tatsächlich herangezogen worden sind.

Auf der Webseite der Software gibt es einen [Rechner](#) für zu erwartende Lizenzkosten. Wenn wir mal den Fall annehmen, dass wir für ein Objekt 300 Fotos mit je 12 Megapixeln genutzt haben, kostet uns dieses Modell 2,25 \$. Die Bezahlung kann bequem per PayPal-Account oder Kreditkarte erfolgen.

Sketchfab

[Sketchfab](#) ist gewissermaßen das **Instagram für 3D Content**. Auf Sketchfab können 3D-Modelle hochgeladen, geteilt, kommentiert und sogar verkauft werden. Man sollte Sketchfab also als **eigenen sozialen Kanal** sehen, der weitere Reichweite erzeugen kann.

Die Schule macht also sicherlich keinen Fehler, sich einen Account anzulegen, die erzeugten 3D Modelle hier zu sammeln und diesen Content dann in die eigene Social Media Aktivitäten einzubinden.

Wie muss man für die Photogrammetrie fotografieren?

Welche Motive eignen sich?

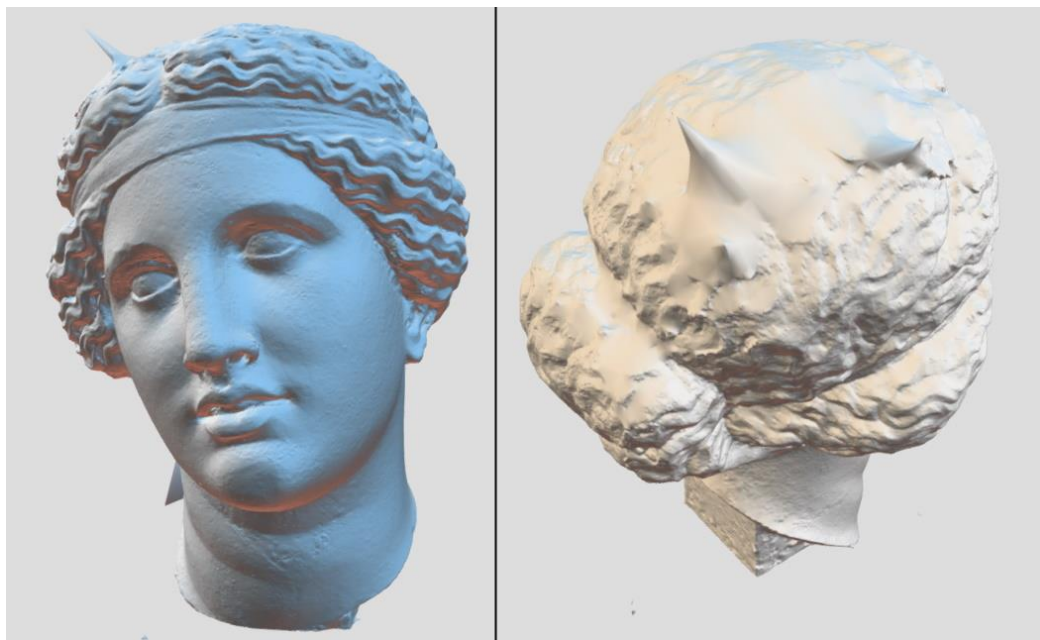
Die Photogrammetrie ist zwar mittlerweile ein sehr stabiles Verfahren. Da es aber lichtbasiert ist, gibt es **eine wesentliche Einschränkung**: Objekte – oder Teile von Objekten – die reflektieren oder durchsichtig sind, eignen sich in der Regel nicht. Man kann sich daran versuchen, aber solche Bereiche werden meist unbefriedigend abgebildet und bedürfen einer aufwendigen Nachbearbeitung in einer 3D-Software.

Wie muss ich das Objekt fotografieren?

Photogrammetrie verlangt einen etwas anderen Blick auf die Szene (dem Ort, an dem sich das Objekt befindet) als klassische – künstlerische – Fotografie: Zunächst betrachtet man das zu digitalisierende Objekt und analysiert seine **geometrische Komplexität**, also aus wie vielen verschiedenen Elementen, Oberflächen, Winkeln und Kanten das Objekt zusammengesetzt ist.

Grundsätzlich ist zu beachten, ...

1. ... dass **Bereiche mit großer geometrischer Komplexität häufiger und aus mehr Perspektiven** fotografiert werden müssen als weniger komplexe Bereiche.
2. ... alle Bereiche des Objekts aus **wechselnden Abständen** zu fotografieren.
3. ... dass **jeder Punkt** des Objekts **auf mindestens drei Fotos** aus verschiedenen Perspektiven zu sehen sein muss.

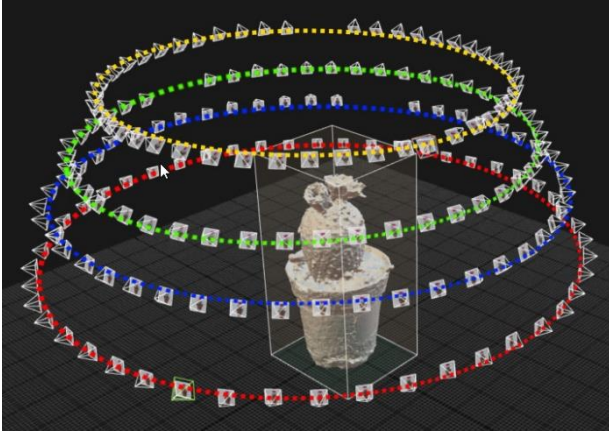


Um diese Grundregeln zu erfüllen, sollte die Szene oder das Objekt **zuerst** mit einigen Fotos im Ganzen erfasst und **dann** die identifizierten Details nach und nach mit weiteren Fotos abgebildet werden. Dies erleichtert es der Software später Detailfotos zuzuordnen. Werden die Grundregeln vor allem zur geometrischen Komplexität nicht beachtet, kann es umgekehrt zu Fehlern im Modell kommen: Während auf der Vorderseite der Büste (links) genug Fotos gemacht wurden, fehlen einige Aufnahmen für die Oberseite, die Software stellt das Objekt fehlerhaft nach (rechts).

Zusätzlich muss jedes Foto des Objekts von der Software in der Szene verortet werden können. Deswegen fotografieren wir in sogenannten **Orbits**, umkreisen also das Objekt mit einem möglichst konstanten Radius und auf gleicher Höhe, wie in der Abbildung rechts zu sehen. Dabei muss eine recht hohe **Überdeckung** zwischen den einzelnen Bildern erreicht werden, es sollen sich also größere

Teile benachbarter Fotos überschneiden. Als Faustregel kann gelten: Zwischen zwei Fotos sollte **mindestens 70% Überdeckung** eingehalten werden und bei Orbits um ein Objekt herum sollten zwischen zwei Fotos **nicht mehr als 10 Grad** liegen.

In der ersten Abbildung sehen wir eine fast perfekte Kameraverteilung, bei der vier enge Orbits mit vielen Fotos, d.h. großer Überdeckung gemacht wurden.



Allerdings sind alle hier genannten Schritte zunächst *Faustregeln* – jedes Objekt braucht eine individuelle Betrachtung.

Die Faktoren Wind, Wetter und Licht

Zu dunkle und zu helle Bereiche in der Szene, also Schatten ebenso wie grelles Licht stören. Der beste Tag für Photogrammetrie draußen ist ein windstiller, bedeckter Tag mit weichem, diffusem Licht, das keine Schatten wirft.

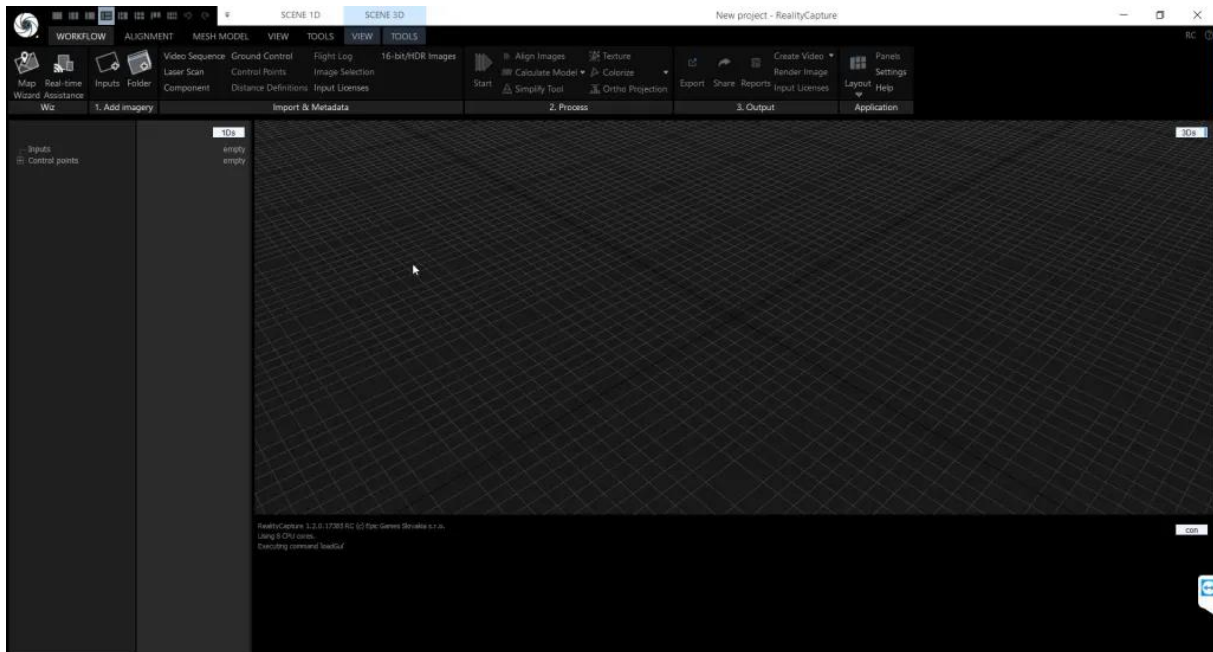
Windstille ist wichtig, weil die Geometrie der zu erfassenden Szene während des Fotografierens stabil sein muss: Sich im Wind neigende Äste oder Büsche, Laub, das herumgeweht wird oder ähnliches ändern die Szene und führen zu schlechten Ergebnissen oder machen Ergebnisse sogar unmöglich.

Nachdem das Objekt durch mehrere Orbits gesamt und Bereiche hoher geometrischer Komplexität im Anschluss durch zusätzliche Detailsaufnahmen erfasst wurden, können die Bilddateien in die Software RealityCapture übernommen werden.

Vom Foto zum 3D-Modell mit RealityCapture

RealityCapture (oder kurz RC) ist unser Mittel der Wahl, wenn es um Photogrammetrie geht. Im Folgenden kommt kein RC Tutorial – wir gehen hier nur einmal schnell die wesentlichen Prozess-Schritte durch. Wer tiefer eintauchen möchte, der schaut sich den hervorragende [Youtube Channel](#) an. Auch auf Facebook gibt es zusätzlich eine [Gruppe mit einer sehr aktiven und hilfsbereiten Community](#).

Zu Anfang benötigt man einen Account beim Anbieter von RealityCapture EpicGames. Mithilfe des Kontos kann man „Credits“ kaufen, um den Export der fertigen 3D-Daten des Modells aus RealityCapture zu anderen Plattformen zu bezahlen.

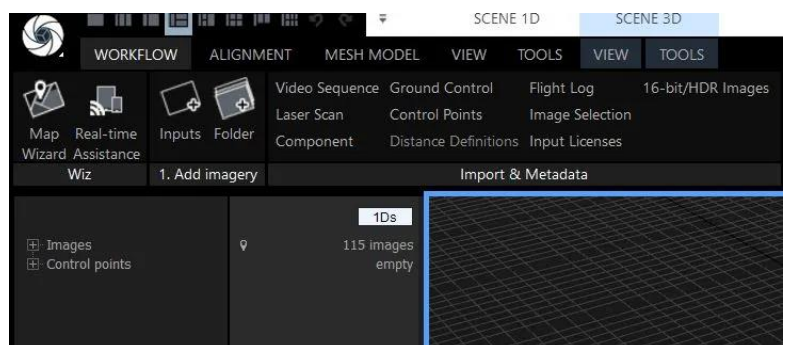


RC mag auf den ersten Blick recht komplex wirken, die grundlegende Bedienung lässt sich aber schnell erlernen. Aus Sicht des Benutzers gliedert sich der Prozess mit RC grob in wenige Schritte:

1. Hinzufügen der Fotos
2. Alignment
3. Generierung des 3D-Modells
4. Texturierung des Modells
5. Export des Modells (z.B. nach Sketchfab)

1. Hinzufügen der Fotos

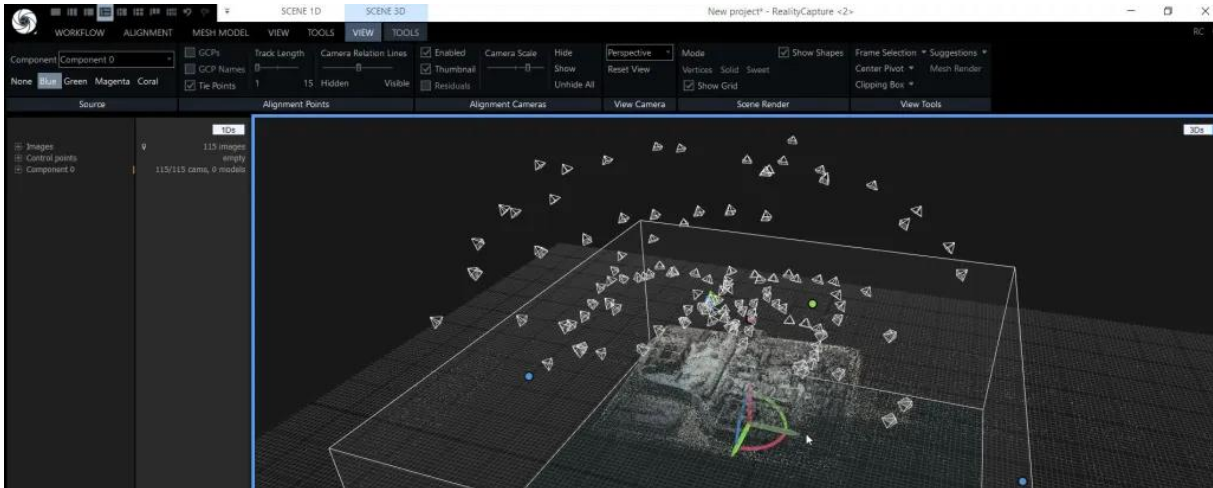
Wir beginnen das Projekt mit dem Hinzufügen der zuvor aufgenommenen Fotos und inzwischen auf einen gemeinsamen Datenträger übertragenen Fotos. Das kann klassisch über einen „Öffnen“-Dialog oder per Drag-and-drop aus einem anderen Fenster in den linken Bildschirmbereich erfolgen. Im Beispiel haben wir 115 Fotos aufgenommen und hinzugefügt.



2. Alignment

Register Alignment → *align images*

Der nächste Schritt ist das Alignment, also das *Ausrichten* der Fotos im Raum. Dabei werden in den Bildern Ähnlichkeiten gesucht und so die jeweiligen Positionen ermittelt, aus denen die einzelnen Fotos geschossen wurden. Zusätzlich wird eine Punktwolke erstellt, die schon das 3D Objekt erahnen lässt. Dieser Schritt wird je nach Rechner und Anzahl der Fotos einige Minuten dauern.



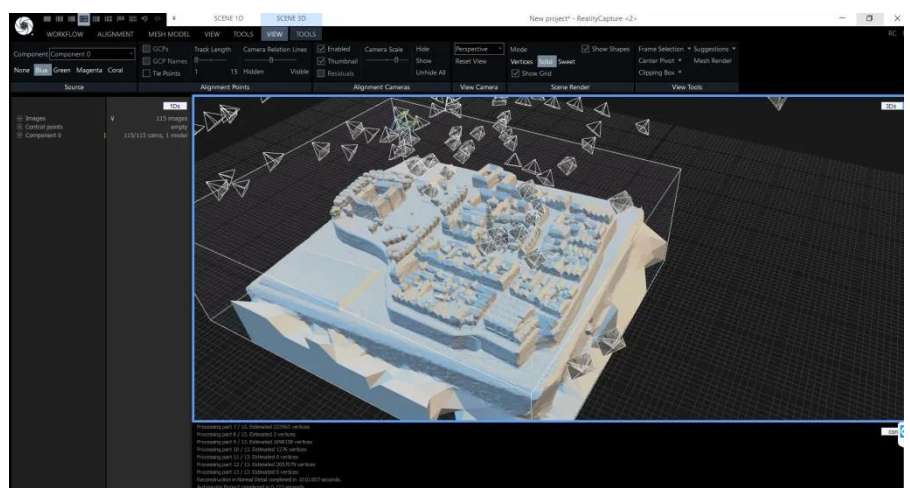
In der Leiste links sieht man „115/115“, das heißt von den 115 Fotos konnten von RC alle 115 im Raum verortet werden. Auf der Vorschau in der rechten Seite sieht man die Punktwolke des Objekts und darüber schwebend die errechneten Kamerapositionen, durch die schwebenden Pyramiden dargestellt. Im Gegensatz zum Beispiel aus dem vorherigen Kapitel sind die Kamerapositionen hier recht ungeordnet, aber für RC immer noch gut genug, um das gesamte Modell abzudecken.

3. Generierung des 3D-Modells

Register Mesh Model → *normal detail*

Nun wird das 3D-Modell generiert. Es wird eine Geometrie aus Polygonen, also vielen kleinen Dreiecken aus den Daten der Punktwolke und der Fotos errechnet. Dieser Schritt dauert deutlich länger als das Alignment. Bei großen Modellen (Tausende von hochauflösenden Fotos) dauert dieser Prozess oft mehrere Stunden oder sogar Tage, doch in unserem Beispiel mit nur 115 Fotos werden es wieder nur wenige Minuten sein.

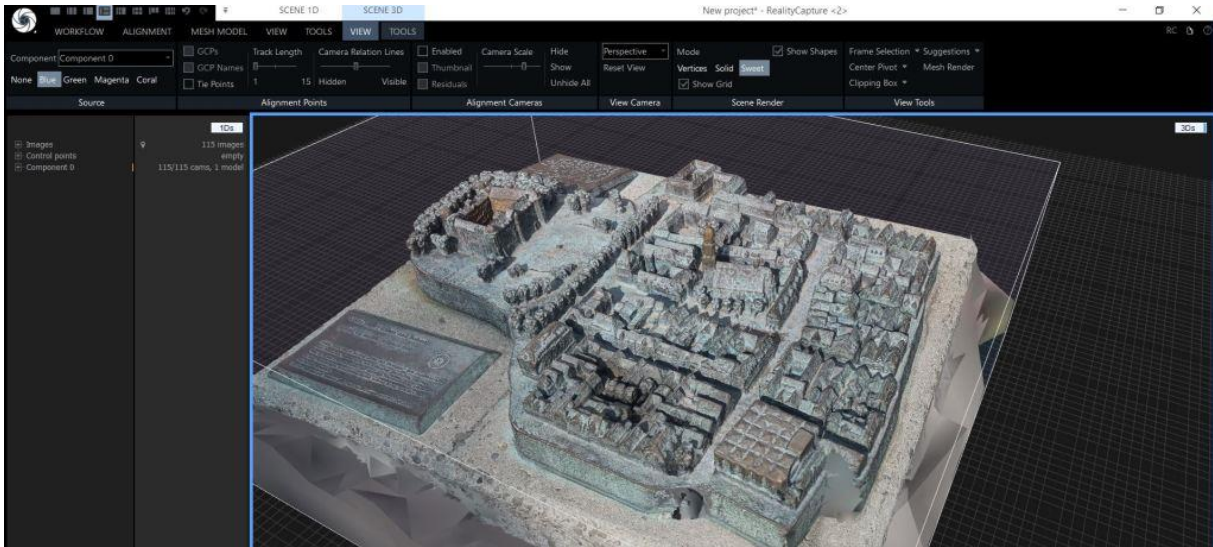
Im Bild kann man schon die fertige Struktur erkennen. Die Geometrie ist fertig konstruiert.



4. Texturieren des Modells

Register Mesh Model → *texture*

Nun muss das Modell noch seine Farben bekommen. Dazu wird auf die Polygon-Geometrie eine sogenannte Textur gelegt, die wiederum aus den Fotos bestimmt wird.



5. Export des Modells (z.B. nach Sketchfab)

Das Modell ist fertig – jetzt soll es natürlich auch gezeigt werden! RC bietet verschiedene Möglichkeiten und Formate, um das fertige 3D-Modell zu exportieren.

Eine sehr komfortable Möglichkeit ist, das Modell direkt aus RC auf Sketchfab hochzuladen. Dazu muss zunächst der eigene Sketchfab Account mit RC verbunden werden. Bei diesem Schritt fallen nun nach dem PPI-Lizenzmodell Kosten an: RC überprüft, welche Bilder verwendet wurden und errechnet auf dieser Basis den Lizenzpreis. Wer sich wie oben beschrieben Credits gekauft hat, dem werden die Kosten einfach von seinen Credits abgezogen und das Modell anschließend auf Sketchfab hochgeladen. Für dieses Beispiel belaufen sich die Kosten auf 115 Fotos á 12 Megapixel: 354 credits oder 0,86 \$.

Nach dem Export kann man das Ergebnis auf Sketchfab bewundern:

