

# 3D-Scanner? Agisoft Photoscan!

Vom schnellen Foto zum texturierten Mesh: Ein Erlebnisbericht vom Agisoft Photoscanner.

von Mike Kuhn

Schon seit längerer Zeit verfolge ich verschiedene Möglichkeiten, Objekte aus der echten Welt in die digitale Welt zu bekommen. Da Scanner für mehrere Tausend Euro nicht so recht in mein Budget passten, schaute ich mich um, was es an Alternativen gibt. Eine der wunderschönen, „obskuren“ Ideen, die mir dabei begegneten, war der Milk Scanner. Hier wird einfach ein Objekt in eine farbige Wanne gelegt, die dann langsam mit Milch aufgefüllt wird. Eine darüber installierte Kamera filmt alles und liefert so eine Serie von Bildern, welche die Outline des Objekts darstellen. Diese müssten nur noch scheinbar zu einem 3D-Modell zusammengefügt werden. Leider ist diese Technik, so schön die Idee auch ist, noch nicht das Gelbe vom Ei. So ist das Scannen eines Butterkekses mit dieser Methode doch eher etwas für kalte Wintertage.

## Wege zum 3D-Scan

Interessant wurde es, als Hacker anfangen, die Kinect von Microsoft als Scanner für Gegenstände aus der echten Welt zu nutzen. Bei den Tests, die wir damals machten, sah das Ergebnis für die Preisklasse des 3D-Scanners schon respektabel aus. Natürlich war das noch nichts für den Millimeterbereich, die Texturen fehlten ja auch noch.

Während meiner Suche begegneten mir immer wieder Berichte, dass aus Fotos ein dreidimensionales Computermodell extrahiert werden könne. So wurden ganze Höhlensysteme mit solch einer Technik als einfach zu erforschende, dreidimensionale Punktwolken in den Rechner übertragen. Das erste Mal sah ich solche Ideen bei einem Vortrag von Paul Debevec auf der FMX 2000, bei dem er zeigte, wie man mit einer Kamera an einem Mini-Hubschrauber seine Universität unsicher macht.

## Agisoft Photoscan

Agisoft Photoscan ist ein solches Programm. Es kostet in der Basisversion gerade einmal etwas mehr als 100 Euro. Alternativ gibt es zwar von Autodesk die angeblich freie Software 123DCatch. Dort werden die Fotos in die Cloud hochgeladen und verarbeitet. Am Schluss wird ein texturiertes Modell zum Download angeboten. Allerdings gehören einem die damit erstellten Modelle erst, wenn man eine kostenpflichtige Subscription abschließt (siehe DP 04/13, Seite 100 ff.).

Ein Foto von dem zu scannenden Objekt



Alle Bilder: Alexej Kalmbach

Das Rendering aus dem nicht überarbeiteten Ergebnis



## Grundlegende Arbeitsweise

Die grundlegende Arbeitsweise der Photogrammetrie in Agisoft Photoscan ist einfach: Man macht eine Serie von Fotos von allen Seiten des Objekts, welches man digitalisieren möchte, und lädt diese Bilder in das Programm. Wenn man Schritt für Schritt die Untermenüpunkte des Workflow-Menüs durchgeht und die empfohlenen Auswahlen trifft, erzielt man recht schnell ein akzeptables Ergebnis. Aber bevor wir etwas überstürzen – obwohl der Standardworkflow bereits schöne Ergebnisse liefert – gehen wir die einzelnen Schritte einmal durch.

## Workflow

Am Anfang stehen die Fotos, die um das gewünschte Objekt herum geschossen werden. Sie bilden die Grundlage, aus der die Software das 3D-Modell erstellt. Hierbei werden, ähnlich wie beim Kamera-Tracking, automatisch verschiedene Punkte auf dem Bild erkannt, verfolgt und die Abstände zueinander vermessen. Daraus ergibt sich eine

im Raum liegende Punktwolke. Das bedeutet auch, dass eine physische Oberfläche mit einem Rauschen in der Textur eher gute Ergebnisse liefert als eine einfarbige Fläche. Eine spiegelnde Oberfläche wiederum würde durch den veränderten Blickwinkel und wegen der wandernden Reflexionen falsche Informationen an die Software übermitteln und daher ein schlechteres Endergebnis liefern. Das heißt, dass es sich am besten um hochaufgelöste, gut ausgeleuchtete und kontrastreiche Fotos handeln sollte.

Bei unscharfen Fotos würden sich die Tracking-Punkte verlieren oder, falls doch etwas erkannt wird, falsche Punkte geliefert werden. Die Bilder sollten sich ausreichend überlappen und möglichst nicht zu steil auf die zu scannenden Oberflächen blicken. Tiefenunschärfe sollte möglichst vermieden werden.

Die besten Voraussetzungen bietet ein bewölkter, heller Tag oder ein Studio, das eine diffuse Gesamtausleuchtung gestattet. So bleibt die Helligkeit der Oberflächen gleichmäßig und man erhält eine homogene Textur, die auf das dreidimensionale Compu-

termodell aufgebracht wird. Natürlich kann man auch bei hartem Sonnenlicht die Fotos aufnehmen – sofern man diese Ausleuchtung in der finalen Textur haben möchte und man schneller ist, als der Sonnenschatten wandert. Die Fotos lassen sich in Programmen wie Adobe Photoshop etwas aufwerten, bevor man sie in Photoscan lädt.

Problemen mit spiegelnden oder durchsichtigen Objekten kann man entgegen treten, indem man die Oberflächen mattiert. Das lässt sich entweder durch den Einsatz von Kreidespray erreichen oder indem man es einfach dem kleinen Kind von nebenan und dessen patschigen Schokoladenfingern übergibt. So hat man wieder genügend Information auf den Oberflächen, um bessere Scan-Ergebnisse zu erzielen. Zudem vermeidet man ein starkes dreidimensionales Rauschen auf den Flächen des 3D-Modells.

Bei statischen Objekten kann man sich um den Gegenstand herum bewegen und dabei mehrere Bilder schießen – oder das Objekt auf einem Drehteller platzieren. Bei beweglichen Objekten wie Menschen erhält man die besten Ergebnisse, wenn viele Kameras zur gleichen Zeit jeweils ein Bild schießen. Da die Software nicht weiß, was wir genau gescannt haben wollen, wird auch der Hintergrund verwertet. Das können wir bei der Methode, bei der um das Objekt herumgegangen wird, zu unserem Vorteil nutzen; ebenso wenn mehrere Kameras gleichzeitig aus unterschiedlichen Blickrichtungen fotografieren. So erhalten wir zusätzliche Informationen für den 3D-Raum, in dem sich das Objekt befindet. Wobei jetzt nicht die schöne Tischdecke im Hintergrund gemeint ist, sondern der 3D-Raum an sich.

Bei der Drehteller-Methode bekommen wir zwar wandernde und somit trackbare Punkte auf dem zu scannenden Gegenstand. Doch die Punkte auf dem Hintergrund bleiben starr im Raum und würden so die Software verwirren. In diesem Fall sollten diese Bereiche entfernt und das Objekt freigestellt werden. Das kann in einer beliebigen Software geschehen oder direkt in Photoscan.

Abgesehen von Objekten lassen sich auch Landschaften oder Räume digitalisieren. Hier sollte man nur nicht an einem Punkt stehenbleiben und sich beim Schießen der Fotoserie um die eigene Achse drehen. Stattdessen empfiehlt es sich, am Beispiel eines Raums, sich nahe der Wände zu bewegen und die Fotos möglichst planar von den gegenüberliegenden Wänden aufzunehmen.

## Bildimport

Zurück in Photoscan haben wir inzwischen die Bilderserie über Add Photos oder Add Folder im Menü Workflow importiert und ge-

Auch ohne Textur macht die rohe Geometrie schon etwas her.



gebenfalls mit den Werkzeugen im Menü Photo freigestellt. Dazu gibt es die bereits aus anderen Programmen bekannten Werkzeuge wie Rectangle Selection, Intelligent Scissors, Intelligent Paint und Magic Wand.

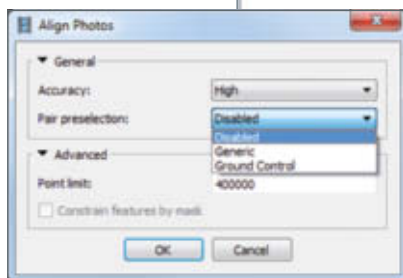
Leider ist die momentane Methode zum Editieren von Maskierungen noch mit viel Fluchen verbunden. So habe ich bisher noch keine Tastaturkürzel gefunden, um schnell etwas von einer Selektion zu entfernen. Alternativ lassen sich Selektionen in Form von Schwarz-Weiß-Bildern importieren, die in anderen Bildbearbeitungsprogrammen erstellt wurden.

Eine schöne Möglichkeit steht zur Verfügung, die speziell bei der Methode mit Drehtellereinsatz hilft: Hier kann man ein Bild importieren, das nur den Hintergrund des Drehtellers darstellt, ohne das darauf platzierte Objekt. Dieses wird programmintern hergenommen, um automatisch eine Maske zu erstellen.

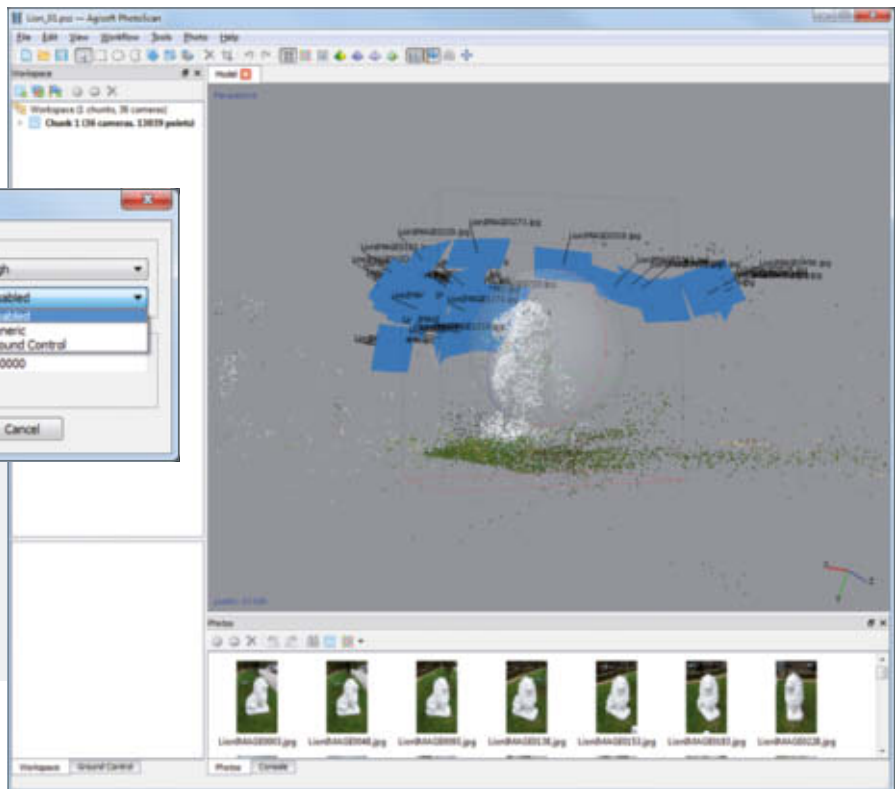
## Align Photos

Der nächste Schritt ist das Ausrichten der Aufnahmen. Auch das geschieht einfach durch Anklicken des nächsten Eintrags im Menü Workflow. Die Fotos werden automatisch mithilfe der internen Algorithmen analysiert und die Abstände der gefundenen Punkte vermessen. Dadurch ergibt sich die logische Originalposition, aus der die Aufnahmen gemacht worden sind – im Endeffekt die Positionen der Punkte im Koordinatensystem.

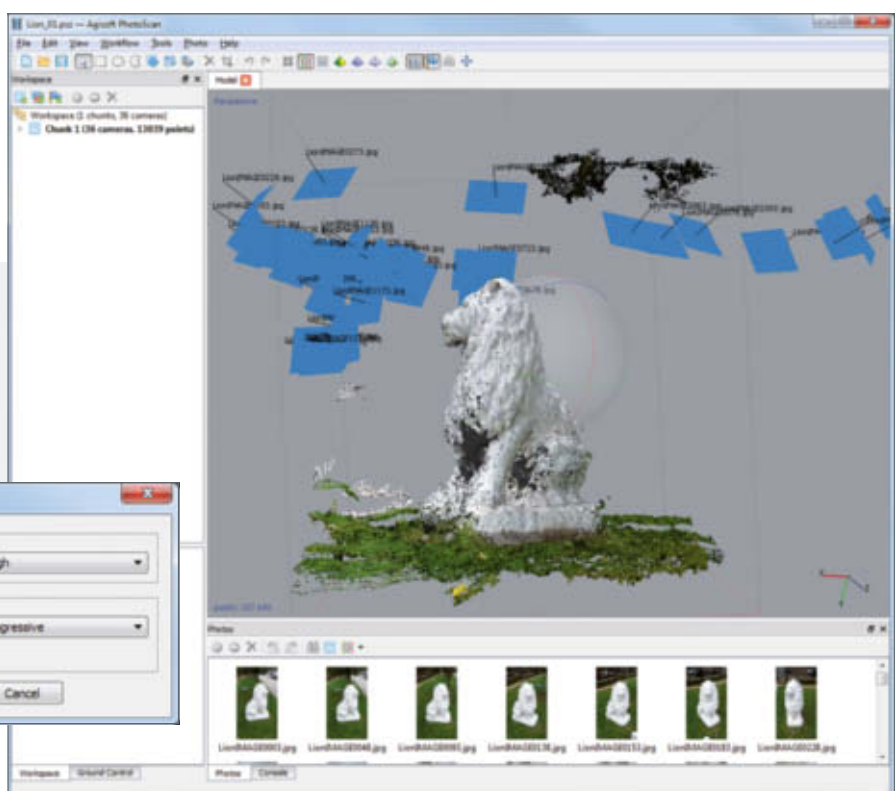
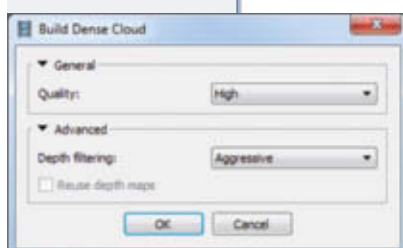
Hier lässt sich die Qualität einstellen, also wie tiefgründig die Software arbeiten soll. Außerdem kann man die Geodaten der Fotos nutzen. Sobald dieser Vorgang beendet ist, kann man schon eine grobe Punktwolke im 3D-Raum erkennen. Diese kann man übrigens bereits exportieren, um sie in anderen Programmen zu nutzen – obwohl sie im nächsten Schritt noch einmal deutlich verfeinert und dichter wird.



Die Dialogbox für Align Photos – Sobald die Fotos automatisch ausgerichtet wurden, ist eine grobe Punktwolke des zukünftigen Modells erkennbar.



Die Dialogbox für Build Dense Cloud – Die Cloud offenbart Stellen im Scan, die sich noch entfernen lassen, bevor das Ganze in ein Mesh umgewandelt wird.



## Point Clouds und Volume Bounding

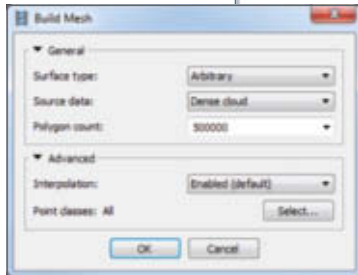
Wieder im Menü Workflow käme jetzt Build Dense Pointcloud. Um jedoch effizienter zu arbeiten, empfiehlt es sich hier, die Reconstruction Volume Bounding Box zu definieren. Das ist das Volumen, in dem die weiteren Berechnungen stattfinden. Alles außerhalb davon wird ignoriert und belastet

somit die Rechenzeit nicht. Nachdem das erledigt oder ignoriert wurde, kann der Dialog zur Erstellung der dichten Punktwolke gestartet werden. Auch hier lassen sich weitere Einstellungen vornehmen. Einerseits kann ich definieren, ob ich die höchste Auflösung in der Punktwolke wähle oder ob ich mich für einen niedrigeren Wert entscheide und dafür schnell ein Ergebnis habe. Bei einer Berechnung im mittleren Qualitätsstandard,

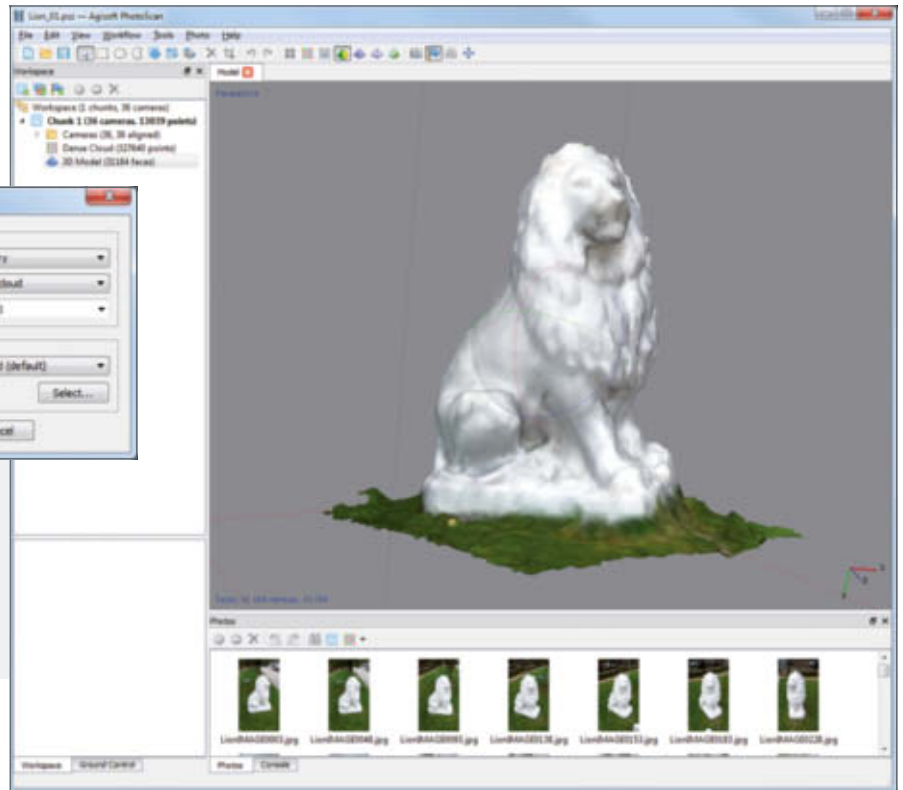
der übrigens recht gute Ergebnisse liefert, bekommt man schon nach ein paar Minuten ein Resultat. Bei höchster Auflösung sollte man sich aber für ein Stündchen eine Nebenbeschäftigung suchen. Es lässt sich über die Art des Filterings einstellen, wie genau kleine Details mitgenommen werden sollen.

**Meshes**

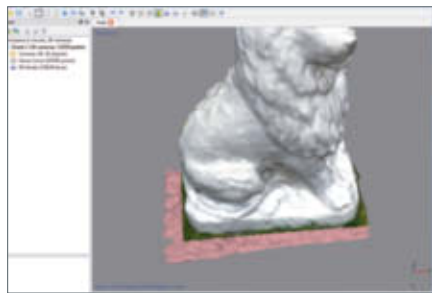
Jetzt sind wir soweit, ein Mesh aus der Punktwolke entstehen zu lassen. Vorher sollte man noch einmal die Reconstruction Volume Bounding Box kontrollieren und einstel-



Die Dialogbox für Build Mesh – Sobald das Mesh generiert wurde, vermittelt das Modell auch ohne finale Textur bereits einen ersten Eindruck vom späteren Ergebnis.



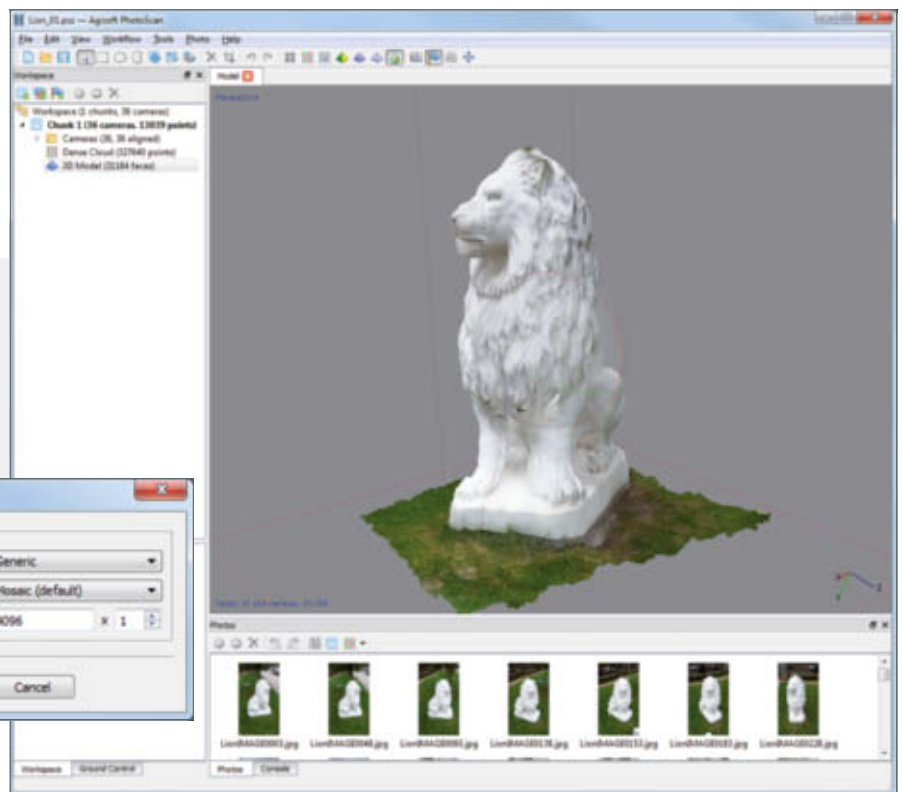
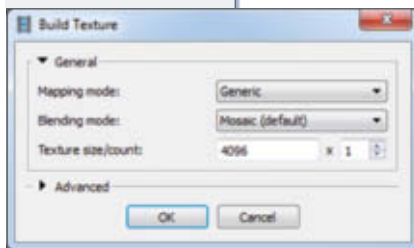
Bilder: Mike Kuhn



Bevor die finale Textur generiert wird, sollten überflüssige Teile der Geometrie entfernt werden.

len. Das ist wichtig, um auch in diesem Schritt nur die Bereiche mit Polygonen zu überziehen, die wirklich enthalten sein sollen, und um eventuell hereinragende Bruchstücke zu entfernen. Zu den Einstellungen für die Generierung des Meshs kommen wir, indem wir den nächsten Eintrag im Menü Workflow anklicken: Build Mesh. Hier muss man zuerst entscheiden, welche Art von Berechnung genutzt werden soll. Also, ob es sich um einen geschlossenen Gegenstand handelt oder eher um eine Luftaufnahme einer Landschaft. Aus Gründen der Schnelligkeit kann man für die Source Data zwischen „Sparse Cloud“ und „Dense Cloud“, den Resultaten der vorherigen Schritte, wählen. Für den Polygon Count lassen sich Presets zwischen Low (20.000 Polygone), Medium (60.000 Polygone) und High (180.000 Polygone) nutzen. Man kann auch den gewünschten Wert

Die Dialogbox für Build Texture – Aus den Originalfotos wird der entsprechende Bereich auf die richtigen Stellen projiziert und die Textur entsteht.



bei „Custom“ eintragen. Bevor die Textur für die Geometrie aus den Projektionen der aufgenommenen Bilder erstellt wird, sollte man das 3D-Objekt säubern. Hierzu können herumfliegende Polygonklumpen, ausgefranste Enden oder auch der Boden unter einer Statue ausgewählt und gelöscht werden. Denn es steht nur eine definierte Anzahl an Pixeln für die Textur zur Verfügung – und die wollen bestmöglich genutzt werden.

**Export**

Ist das Modell erstellt und die Textur dazu berechnet, stehen verschiedene Ausgabeformate zur Verfügung. So lässt sich die Punktwolke in den unterschiedlichen Qualitäten exportieren. Dadurch bekommt man eine Geometriedarstellung in die Szene, welche das System nur gering belastet. Diese Techniken sind zudem hilfreich, um Szenen



Eine professionelle Photobox mit diffuser Beleuchtung und Drehteller für die optimale Aufnahme der Bilder

oder geplante Filmszenen schnell zu testen oder die besten Kamerapositionen herauszuarbeiten. Natürlich lässt sich das Modell auch in den üblichen Formaten exportieren, wie etwa Wavefront OBJ, 3DS-file Format, VRML, Collada, Stanford PLY, Autodesk FBX, Autodesk DXF, Google Earth KMZ, U3D und Adobe 3D PDF. Je nach Basis- oder Pro-Version gibt es noch den Export als Orthophoto, Kamera Kalibration und Orientation Data Export oder Digital Elevation Models (DEMs).

Interessant sind auch die weiteren Möglichkeiten mit Photoscan. So lassen sich verschiedene Chunks, also in Photoscan erstellte 3D-Objekte, zusammenfügen. Dazu werden im ersten Schritt die entsprechenden Chunks zueinander ausgerichtet und im zweiten Schritt über Merge Chunks zusammengeführt. Dieser Workflow ist wichtig, wenn ein Objekt komplett in ein 3D-Modell umgewandelt werden soll und man dazu das Objekt auf die Seite legt, um weitere Fotoserien zu schießen.

Darüber hinaus lassen sich die 3D-Modelle in weitere Programme wie 3ds Max, 3d-Coat, ZBrush oder ähnliche Tools importieren. Dort kann man eine Retopologie erstellen, die wesentlich leichter beim Rendern oder für Echtzeitgrafiken ist. Um für die Übertragung der Texturen auf optimierte Modelle nicht mit Textur-Baking hantieren zu müssen, bietet Photoscan Folgendes: Man kann diese neuen Geometrien erneut importieren, um die Bitmaps auf dieses Modell zu projizieren anstatt auf das in Photoscan erstellte Modell. So erreicht man

eine optimale Qualität der Texturen aus den Originalfotos. Da ich noch nicht jeden Winkel des Programms erforscht habe, ist die Liste der weiteren Funktionen von Photoscan noch lange nicht vollständig.

### Photoscan Professional

Es gibt zwei Varianten von Photoscan zu äußerst unterschiedlichen Preisen. Wann also lohnt es sich, die Pro-Version zu nutzen?

Wie bereits erwähnt, kann das exportierte Resultat in einer externen Software überarbeitet, bereinigt und wieder importiert werden, damit die Textur darauf projiziert wird. Der springende Punkt ist, dass das Modell wieder in der gleichen Position und Rotation in Photoscan importiert werden muss, um die Textur an den richtigen Stellen zu erhalten. Da das 3D-Objekt in Photoscan meist irgendwie schräg im Raum generiert wird, gestaltet sich die Überarbeitung in einer anderen Software – oft schon allein wegen der Navigation – ein wenig hinderlich.

Hier erweist sich die Möglichkeit in der Photoscan Professional Edition als hilfreich, ein Koordinatensystem zu definieren. So lässt sich das Objekt gerade im Raum platzieren, das erleichtert die weiteren Arbeitsschritte. Dies ist sehr praktisch, wenn man in Serienproduktion geht und viele Objekte digitalisieren und überarbeiten möchte.

Für geografische Arbeiten bietet Agisofts Professional Edition auch DEM Generation, Orthophoto Generation und Georeferencing der erstellten Resultate. Neben dem Python

Scripting Support und Multispectral Imagery Processing bewältigt die Pro-Version auch 4D-Rekonstruktionen. So kann eine Serie von Fotos aus mehreren, parallel auflösenden Kameras auch eine Serie von 3D-Modellen in veränderten Posen erstellen und diese in der Timeline darstellen.

### Fazit

Ich bin schon allein vom Workflow angetan. Er ist einfach und geradlinig, bietet aber die Möglichkeit einzugreifen, um Einfluss auf die Qualität zu nehmen.

Was ich schmerzlich vermisse, sind Tastaturkürzel, von denen für meinen Geschmack zu wenige vorhanden sind. Außerdem kann man keine eigenen definieren. Als langjähriger Nutzer von 3ds Max bin ich zudem ein wenig verwöhnt, wenn es um das Hilfedokument geht. Daher vermisse ich eine klare Beschreibung der einzelnen Funktionen. Am liebsten wären mir Beispielabbildungen, die zeigen, wie sich die unterschiedlichen Einstellungen auswirken. Das Hilfedokument wird jedoch laufend verbessert und man kann es herunterladen, ohne auf das offizielle Release warten zu müssen. Ein Händler meines Vertrauens hat mich zum Glück an Alexej Kalmbach verwiesen, der sich schon lange mit dieser Software beschäftigt. Er konnte mir viele Schritte erläutern und so manchen Anfängerfehler bereinigen.

So gäbe es zuletzt nur noch mein Handy zu bemängeln. Es war einfach nicht in der Lage, Bilder mit einer rauscharmen Geometrie zu schießen. Als ich dann eine der DSLR-Kameras benutzte, wurde ich prompt mit wesentlich besserer Geometrie belohnt. Auch ein Stativ hilft, um eine noch bessere Qualität zu erreichen. Natürlich wäre ein kleines Fotostudio die beste Alternative.

Nichtsdestotrotz ist ein Handy gut geeignet, um schnell Aufnahmen zu machen, die als Vorlage für das Modellieren dienen. So wurden die hier zu sehenden Beispielbilder für den Löwen aus einem Film extrahiert, den ich mal schnell mit einem Handy gemacht habe.

Positiv zu bemerken wäre noch die Qualität der Texturen. Da für ein hochwertiges Ergebnis auch die Fotos erstklassig sein sollten, wirkt sich das auch auf die Texturen aus, die ja aus diesen Bildern extrahiert werden.

Obwohl ich einige Verbesserungswünsche habe, bin ich von dieser Software sehr angetan. Ich werde sie von nun an in meinen Workflow miteinbeziehen, um Basismodelle zu erschaffen, auf denen eine saubere Geometrie erstellt wird. Oder einfach, um extrem schnell texturierte Geometrien zu erstellen, die sowieso nur leicht unscharf im Hintergrund zu sehen sind. > ei