

BEISPIEL 4 - 3D REKONSTRUKTION & MODELLIERUNG

VU Einführung in Visual Computing, TU Wien, SS 2024

03.03.2024



1 Übersicht

Durch das Aufnehmen von Objekten aus verschiedenen Perspektiven ist es möglich, aus den so gewonnen 2D Fotodaten 3D Objekte zu berechnen. In diesem Beispiel wird dieser 3D-Rekonstruktions-Prozess und das anschließende in Szene setzen anhand eines praktischen Beispiels vermittelt. Dazu werden die Tools “Autodesk ReCap” und “Blender” verwendet. Im 1. Teil dieses Beispiels werden mehrere Fotos des gewählten Objekts aufgenommen, mithilfe von ReCap ein 3D Modell berechnet und anschließend das so erzeugte Modell bereinigt ([Teil 1: 3D Rekonstruktion](#)). Im 2. Teil wird das rekonstruierte 3D Objekt mithilfe von Blender auf einem selbst modellierten Sockel in Szene gesetzt und gerendert ([Teil 2: Modellierung](#)).

1.1 Bewertung

3D Rekonstruktion:	15 Punkte
Bereinigen des Modells:	10 Punkte
Modellierung des Sockels:	15 Punkte
In Szene setzen und Rendering:	5 Punkte
Gesamt:	45 Punkte

Abzugeben ist eine ZIP-Datei, die folgende Dateien beinhaltet:

- 1 Foto Ihres Objekts, bei dem Ihre Matrikelnummer aufscheint (z.B. ein kleiner Zettel mit der Matrikelnummer neben dem Objekt)
- 1 Foto aus Ihrer Aufnahme-Reihe
- 1 Blender-File **mit gepackten Texturen** (siehe dazu das Einführungstutorial für Blender in Tuwel)
- 1 **perspektivisch** gerendertes Bild Ihres fertigen Projekts
- 1 **orthographisch** gerendertes Bild Ihres fertigen Projekts

1.2 Allgemeine Informationen zur Abgabe

Es liegt in Ihrer Verantwortung, rechtzeitig **vor der Deadline** zu kontrollieren, ob Ihre Abgabe funktioniert hat. Sollte der Upload Ihrer Files aus irgendeinem Grund nicht funktionieren, posten Sie im TUWEL-Forum (sofern das Problem aktuell noch kein anderer Student gemeldet hat) und schreiben Sie eine E-Mail an **evc@cg.tuwien.ac.at**, damit wir schnellstmöglich darauf reagieren können.

Kontrolliere Sie Ihre Abgabe:

- Werden die hochgeladenen Dateien angezeigt?
- Können die Dateien heruntergeladen und geöffnet werden?
- Sind die richtigen Dateien vollständig abgegeben?

Wichtig: Die Berechnung der Rekonstruktion von Teil 1 durch Autodesk ReCap findet auf den Servern von Autodesk statt, hier kann es zu **Wartezeiten bis zu mehreren Stunden** kommen. Wir empfehlen daher, so früh wie möglich mit Teil 1 zu beginnen.

Im Vergleich zu den anderen Beispielen in EVC ist diese Aufgabe kreativ angelegt und eigene Ideen können bei den verwendeten Objekten und der Modellierung des Sockels eingebracht werden. Die in der Angabe verwendeten Beispielobjekte, Beispielbilder und Beispielrenderings dienen nur als lose Referenz wie Sie dieses Beispiel umsetzen können. Im Abschnitt [Checkliste](#) wird noch einmal zusammengefasst, welche Punkte Ihr Projekt jedenfalls erfüllen muss. Es dürfen **keine Objekte aus dem Internet** verwendet werden!

1.3 Software und Alternativen

Für die Abgabe des Blender Files ist zu beachten, dass das File mit der aktuellen Long Term Support (LTS) Version (3.30 Stand 2023) geöffnet und bearbeitet werden kann. Daher kann auch mit neueren oder älteren Blender-Versionen gearbeitet werden, solange das Abgabe-File kompatibel mit der LTS Version ist. Es wird aber trotzdem stark empfohlen, mit der LTS Version zu arbeiten, da es sonst in Ihrer Verantwortung liegt, sicherzustellen dass die Versionen kompatibel sind.

Autodesk ReCap (ehemals ReMake) ist seit März 2017 leider nur mehr unter Windows verfügbar. Außerdem ist es immer wieder vorgekommen, dass Studierende Probleme mit Autodesk ReCap hatten. Als mögliche Alternative empfehlen wir “Agisoft Metashape”¹ oder “AliceVision Meshroom”.² Beide Programme haben einen ähnlichen Funktionsumfang wie ReCap und sind zusätzlich für Linux und MacOS verfügbar. Für MacOS besteht zusätzlich die Möglichkeit einer Rekonstruktion mit ‘PhotoCatch’³. Der Cleanup-Prozess des Meshes muss jedoch bei all diesen Programmen zu einem guten Teil manuell in Blender durchgeführt werden.

Metashape ist nur als 30-tägige Testversion verfügbar, was jedoch für diese Lehrveranstaltung ausreichen sollte. Die Option der Demo-Version sollte hierbei nicht verwendet werden, da diese das Speichern und Exportieren nicht zulässt. Ein Tutorial für Metashape ist **hier**⁴ zu finden.

Meshroom ist eine gute Open-Source-Lösung, setzt aber eine Nvidia Grafikkarte mit Unterstützung für CUDA voraus. Eine Grafikkarte von dem Hersteller Nvidia, die neuer als 2010 ist, sollte diese Anforderung erfüllen. Die Dokumentation und ein Tutorial für Meshroom sind **hier**⁵ online. Zusätzlich ist **hier**⁶ eine Kurzanleitung, um diese Übung in Meshroom durchzuführen, zu finden.

PhotoCatch ist ebenfalls ein Open-Source-Programm und als Desktopversion kostenfrei nutzbar. Voraussetzung ist ein MacOS 12 mit einer AMD GPU und 4GB VRAM. Für diese Übung gibt es **hier**⁷ eine Kurzanleitung zur Rekonstruktion in PhotoCatch.

Es ist außerdem auch die Verwendung anderer Rekonstruktionsprogramme erlaubt, beispielsweise Regard3D oder Visual SFM.

Achtung: Obwohl wir bei diversen auftretenden Problemen versuchen zu helfen, kann von der Übungsleitung allerdings nur für Autodesk ReCap offiziell Unterstützung geboten werden. Die Verwendung anderer Programme erfolgt daher auf eigene Gefahr und bei Fragen oder Problemen kann möglicherweise keine Hilfestellung angeboten werden. Weiters müssen auch bei anderen Rekonstruktionsprogrammen sämtliche Teile der Angabe erfüllt und verstanden werden, sowie beim Abgabegespräch erklärt werden können, um volle Punktzahl zu erhalten. So muss beispielsweise bei fehlenden Clean-Up-Funktionen die Bereinigung des Objekts manuell in Blender erfolgen.

Es wird empfohlen während dem Arbeiten mit allen verwendeten Programmen **regelmäßig zu speichern** (“Strg” + “S”).

¹<https://www.agisoft.com/downloads/installer/>

²<https://alicevision.org/#meshroom>

³<https://github.com/eospi/Object-Capture-UI>

⁴<https://www.agisoft.com/index.php?id=32>

⁵<https://meshroom-manual.readthedocs.io/en/latest/>

⁶<https://tuwel.tuwien.ac.at/mod/resource/view.php?id=1082215>

⁷<https://tuwel.tuwien.ac.at/mod/resource/view.php?id=1579687>

2 Teil 1: 3D Rekonstruktion

Theorie in Vorlesung: *Stereo and Motion*

In diesem Teil des Beispiels werden Sie aus einer Reihe von 2D Fotos eines Objekts ein fertig texturiertes 3D Modell rekonstruieren. Dazu ist das Beispiel in folgende Schritte gegliedert:

1. [Installation von Autodesk ReCap Photo](#)
2. [Objektauswahl: Welche Objekte eignen sich?](#)
3. [Shooting-Time: Aufnahme der Fotos](#)
4. [Let's make it 3D: Rekonstruktion](#)
5. [Clean-Up: Modellbereinigung und Export](#)
6. [Optional: Clean-Up in Blender](#)

2.1 Installation von Autodesk ReCap Photo

Für die Installation und Verwendung von Autodesk ReCap Photo benötigen Sie einen gültigen Autodesk-Account. Als Student der Informatik auf der TU Wien erhalten Sie mit Ihrer TU-E-Mail-Adresse kostenlosen Zugriff auf Autodesk-Produkte. ReCap ist ausschließlich für Windows verfügbar (siehe Alternativen für Mac- und Linux-User). Lade Sie die Software von [hier](#)⁸ herunter und folge Sie den Installationsanweisungen. Nach dem Start fragt die Applikation, ob Updates installiert werden sollen. Klicke Sie auf “Yes”, um das Update herunterzuladen und zu installieren. Autodesk ReCap besteht aus zwei Programmen, “Autodesk ReCap” und “Autodesk ReCap Photo”. “Autodesk ReCap Photo” ist das Programm, mit dem die Rekonstruktion ausgeführt wird. “Autodesk ReCap” wird für diese Lehrveranstaltung nicht benötigt und kann daher bei der Installation abgewählt werden. Bei Problemen kann der step-by-step Installations-Guide⁹ zur Hilfe gezogen werden.

2.2 Objektauswahl: Welche Objekte eignen sich?

Als Erstes müssen Sie sich für ein Objekt entscheiden, das Sie in 3D rekonstruieren möchten. Der Algorithmus von Autodesk ReCap Photo funktioniert generell sehr gut, allerdings kann durch Beachten einiger Punkte die Qualität des Modells verbessert und der Zeitaufwand für dieses Beispiel erheblich reduziert werden. Der Algorithmus basiert darauf, korrespondierende Punkte in den einzelnen Bildern zu finden. Ziel ist es also, das Matching zwischen den Punkten möglichst eindeutig zu bewerkstelligen.

Erlaubt sind prinzipiell alle Objekte, sofern sie **nicht zu einfach** (z.B. Fußball oder Würfel) oder zu komplex sind (z.B. Ananas oder Haustiere), da dies zu einem erheblich höheren Aufwand für dieses Beispiel führen kann.

Schlechte Objekte sind transparent (z.B. Glas), spiegeln/reflektieren/glänzen (z.B. Porzellan), sind deformierbar (z.B. Textilien oder Haustiere), haben wenig Textur (z.B. komplett weiß oder schwarz) oder viele tiefe Wölbungen (z.B. eine Ananas). **Gute Objekte** haben hingegen eine **abwechslungsreiche Textur**, sind **matt**, **nicht leicht**

⁸ReCap Download: <https://www.autodesk.com/products/recap/overview>

⁹Installations-Guide: <https://tuwel.tuwien.ac.at/mod/resource/view.php?id=1082209>

deformierbar, undurchsichtig und besitzen wenige sowie möglichst **nicht zu tiefe Wölbungen**. Das Objekt sollte auch nicht zu klein sein, da es hier sonst zu Problemen mit dem Fokus kommen kann. Eine matte, bemalte, etwa 20cm große Tonfigur, wie in Abbildung 1, eignet sich beispielsweise sehr gut.



Abbildung 1: Gutes Beispiel für ein Objekt

2.3 Shooting-Time: Aufnahme der Fotos

Die richtige Aufnahme des Objekts ist ausschlaggebend für den Erfolg und die Qualität der Rekonstruktion. Bei der Aufnahme müssen Sie einige Fotos des gewählten Objekts aus mehreren Richtungen um das Objekt machen, um die gesamte Oberfläche des Objekts zu erfassen. Auf YouTube gibt es vom Hersteller Autodesk ein sehr gutes **Videotutorial**¹⁰, wie eine Aufnahme in ReCap möglichst gut wird.

Es wird generell empfohlen die Fotos ringförmig um das Objekt in 2 oder 3 “Runden” **sequentiell** und **überlappend** aufzunehmen (siehe Abbildung 2). Das Objekt wird dabei am besten auf einem kleinen Podest oder ähnlichem platziert. Die **Position und Orientierung des Objekts** dürfen während der Aufnahme **nicht verändert** werden. Es empfiehlt sich auch eine texturierte Unterlage zu verwenden, um den Algorithmus beim Rekonstruieren zu unterstützen (z.B. eine (nicht-glänzende!) Doppelseite einer Zeitung unter das Objekt legen). Weiters darf das Objekt während der Aufnahme nicht verdeckt werden und muss auf den Aufnahmen scharf abgebildet sein.

Für die meisten Objekte sollten etwa 50 Aufnahmen reichen. Die Qualität der Fotos sollte so hoch sein, dass einzelne Details der Textur erkennbar sind. Höhere Bildqualität führt normalerweise zu besseren Rekonstruktionen, aber handelsübliche Kameras oder auch Smartphone-Kameras sind für die Aufnahmen im Normalfall ausreichend. Beachten Sie, dass höhere Auflösungen auch einen höheren Rechen- und damit Zeitaufwand bedeuten.

Die Aufnahmen speichern Sie am besten gesammelt in einem einzigen Ordner.

¹⁰Videotutorial (Shooting): <https://www.youtube.com/watch?v=RYM7uZeiXH0> (ReCap Photo hieß früher ReMake)



Abbildung 2: Beispiel einer Rundumaufnahme mit 3 Runden.

WICHTIG: Denken Sie bei diesem Arbeitsschritt daran ein zusätzliches Foto mit Ihrer Matrikelnummer aufzunehmen.

2.4 Let's make it 3D: Rekonstruktion

Für die Rekonstruktion benötigen Sie die installierte ReCap-Photo-Applikation und eine Internetverbindung, da die Berechnung in der Autodesk-Cloud erfolgt.

Nach dem Start von ReCap Photo befinden Sie sich im Hauptmenü. Hier müssen Sie sich zuerst mit Ihrem Autodesk Account anmelden (siehe Abbildung 3).

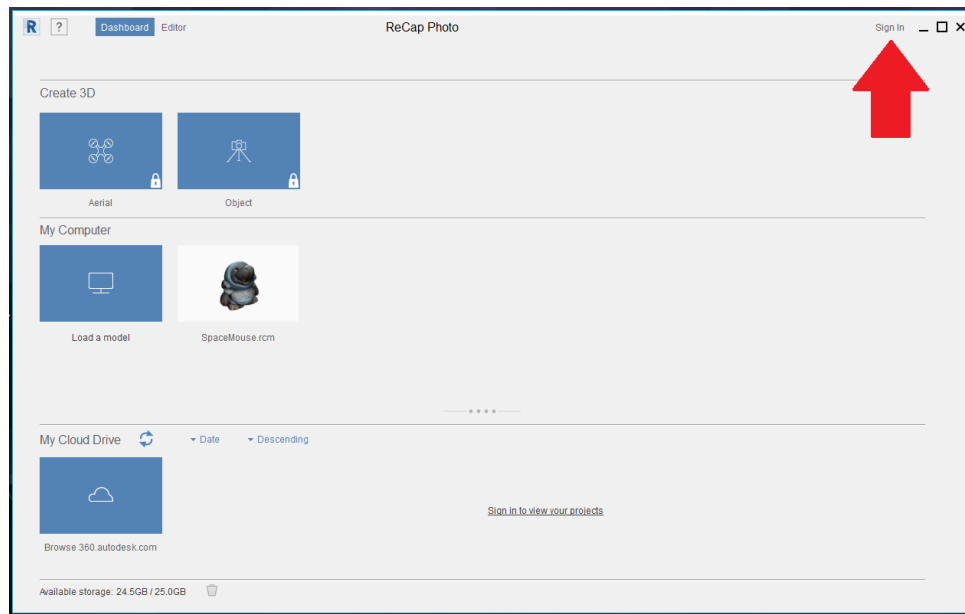


Abbildung 3: Mit dem Autodesk Account anmelden.

Um ein Objekt aufzunehmen, klicken Sie auf das Kamera-Symbol im oberen linken Bereich bei "Create 3D" (siehe Abbildung 4).

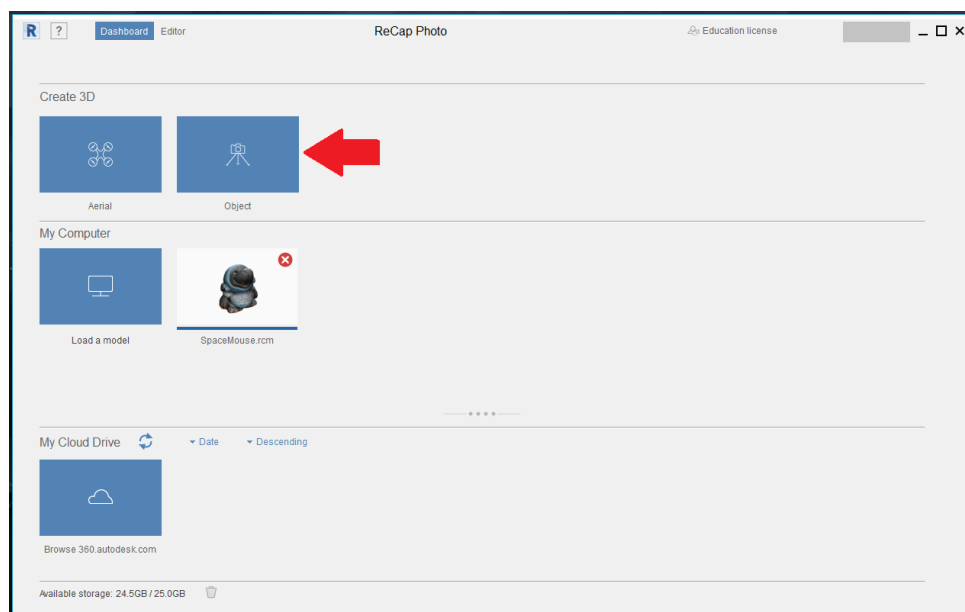


Abbildung 4: Ein neues Objekt aufnehmen.

Anschließend öffnet sich ein Fenster, in dem Sie an eine beliebige Stelle klicken können, um einen Dateiauswahl-Dialog zu öffnen. Navigieren Sie sich im öffnenden Fenster zum Speicherort der Aufnahmen, selektieren Sie Ihre

Bilder und klicke auf “Öffnen”. Danach werden die Aufnahmen geladen und in verkleinerter Form als Vorschau angezeigt (siehe Abbildung 5).

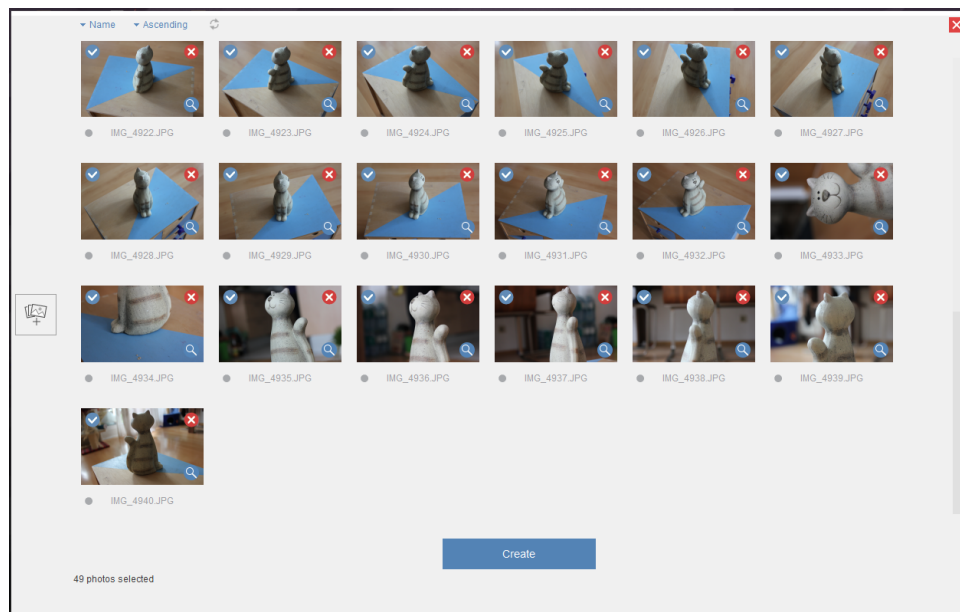


Abbildung 5: Vorschau der ausgewählten Bilder.

Wenn Sie nun auf den “Create” Button klicken, erscheint ein Fenster. Geben Sie Ihrem Modell einen Namen und klicken Sie auf “Start” (siehe Abbildung 6).

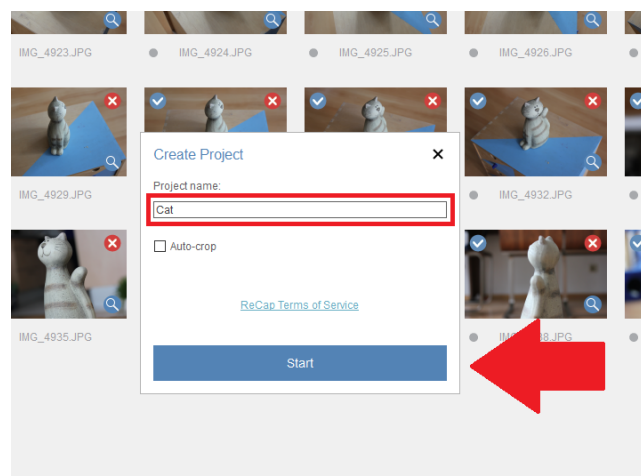


Abbildung 6: Erstellen eines neuen Modells.

Ihre Fotos werden nun in die Autodesk-Cloud hochgeladen und das 3D Modell rekonstruiert. Den Fortschritt sehen Sie am Startbildschirm als Prozentwert angegeben (siehe Abbildung 7). Da das Hochladen und Berechnen des Modells sehr lange dauern kann (bis zu mehreren Stunden), empfehlen wir während der Wartezeit schon parallel mit Teil 2 der Aufgabe ([Teil 2: Modellierung](#)) zu beginnen, um Zeit zu sparen.

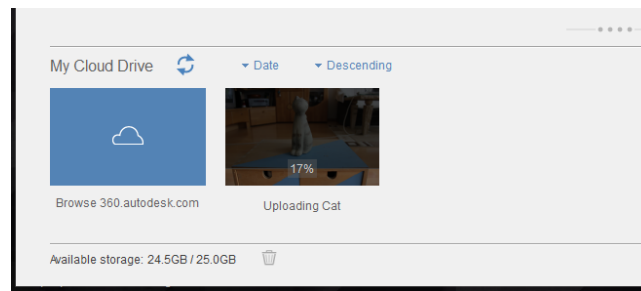


Abbildung 7: Upload und Rekonstruktion.

Wenn das Modell fertig berechnet wurde, klicken Sie auf den kleinen blauen Kreis mit Pfeil im Thumbnail Ihres Objekts und wählen Sie einen Speicherort für die .rcm-Datei des Modells (siehe Abbildung 8). Nach dem Download erscheint ein neues Projekt unter dem Reiter “My Computer”, das mit “New” gekennzeichnet ist. Klicken Sie auf dieses Projekt, um die 3D Ansicht des rekonstruierten Objekts zu öffnen. In der 3D Ansicht sehen Sie Ihr rekonstruiertes (und texturiertes) 3D Modell (siehe Abbildung 9).

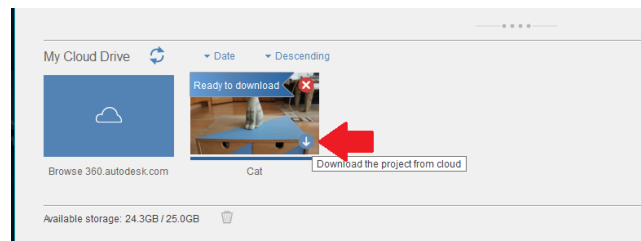


Abbildung 8: Die Berechnung ist abgeschlossen und der Download bereit.

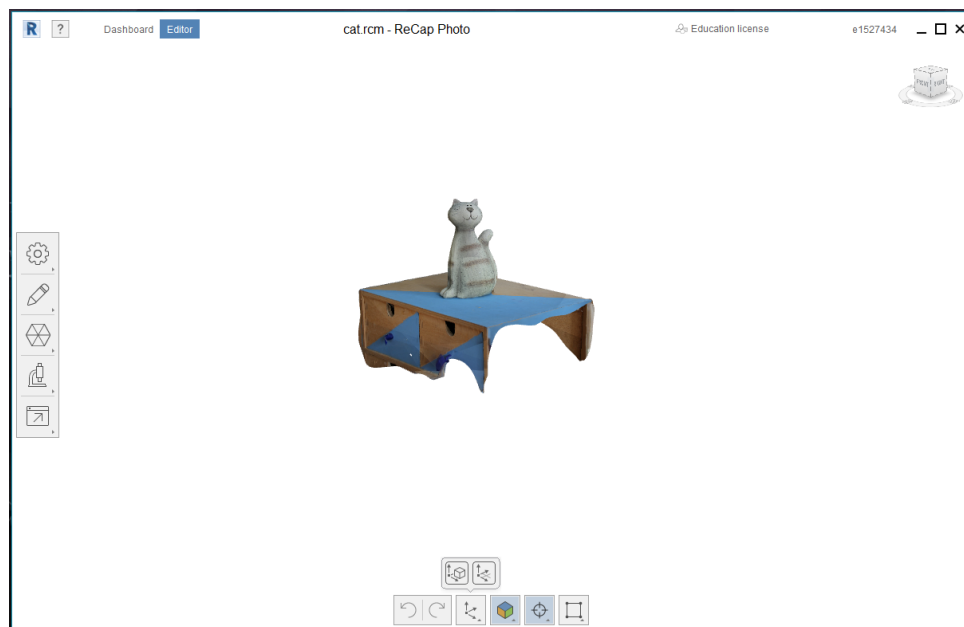


Abbildung 9: Rekonstruiertes 3D Modell.

Dem rekonstruierten Modell wurde von ReCap automatisch ein Koordinatensystem zugewiesen. Oft stimmt dieses Koordinatensystem nicht, was in vielen Fällen Probleme bei der Navigation bereiten kann. Um das Koordinatensystem festzulegen, klicken Sie auf “Model Settings” → “Transform” am linken Fensterrand (siehe Abbildung 10).

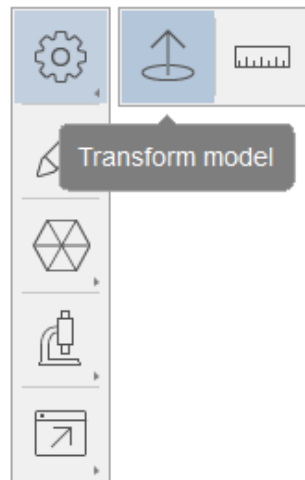


Abbildung 10: Tool zum Aufrechtstellen des Modells auswählen.

Klicken Sie nun auf “Pick a Surface”. Wählen Sie mit dem Mauszeiger einen Punkt auf dem Modell, von dessen Normalvektor eine Ebene aufgespannt werden soll. Dieser Punkt sollte am besten auf eine gerade Fläche gesetzt werden. Hier bietet sich beispielsweise der Tisch oder Sockel, auf dem das Objekt platziert wurde, an (siehe Abbildung 11). Anschließend klicken Sie auf “Apply”.

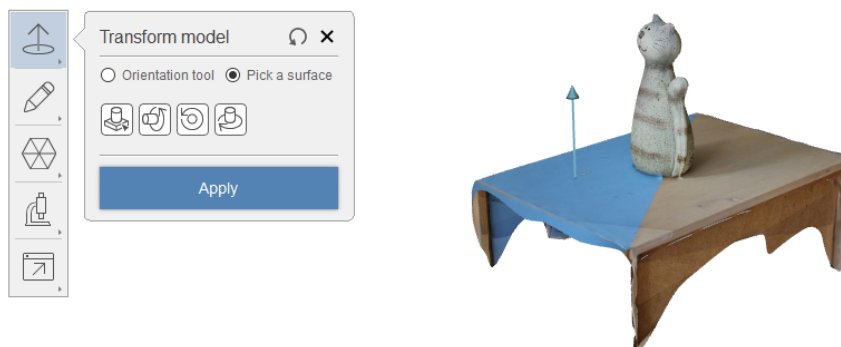


Abbildung 11: Aufrecht ausgerichtetes Modell.

2.5 Clean-Up: Modellbereinigung und Export

In den meisten Fällen wird bei der Rekonstruktion nicht nur das Objekt, sondern auch Teile des Hintergrundes bzw. der Auflagefläche mit rekonstruiert. Diese Teile sollten Sie nun entfernen und Löcher im Modell schließen.

ACHTUNG: Beim Bereinigen des Objekts, empfiehlt es sich regelmäßig und oft zu speichern, da ReCap in seltenen Fällen abstürzen kann.

Zur Navigation können folgende Hotkeys verwenden:

- Rotation: Rechte Maustaste gedrückt halten
- Rotation um die Sichtachse: “Strg”-Taste + Rechte Maustaste
- Translation/Verschieben: Mausrad gedrückt halten
- Zoom in/out: Mausrad scrollen
- Selektieren: Leertaste drücken, um in den Selektionsmodus zu wechseln, mit linker Maustaste selektieren (Rechteck aufziehen, Pinsel benutzen, ...)
- Deselektieren: “Esc”-Taste drücken
- Löschen von selektierten Polygonen: “Entf”-Taste drücken

Zum Bereinigen müssen die “falschen” Polygone (d.h. nicht zum Objekt gehörend oder schwebende Polygone) selektiert und mit der “Delete”-Taste entfernt werden bis möglichst nur mehr Ihr Objekt in der Szene verbleibt (siehe Abbildung 12). Das Selektionswerkzeug (z.B. Lasso oder Rechteckauswahl) können Sie in der unteren Auswahlleiste festlegen (siehe Abbildung 13).

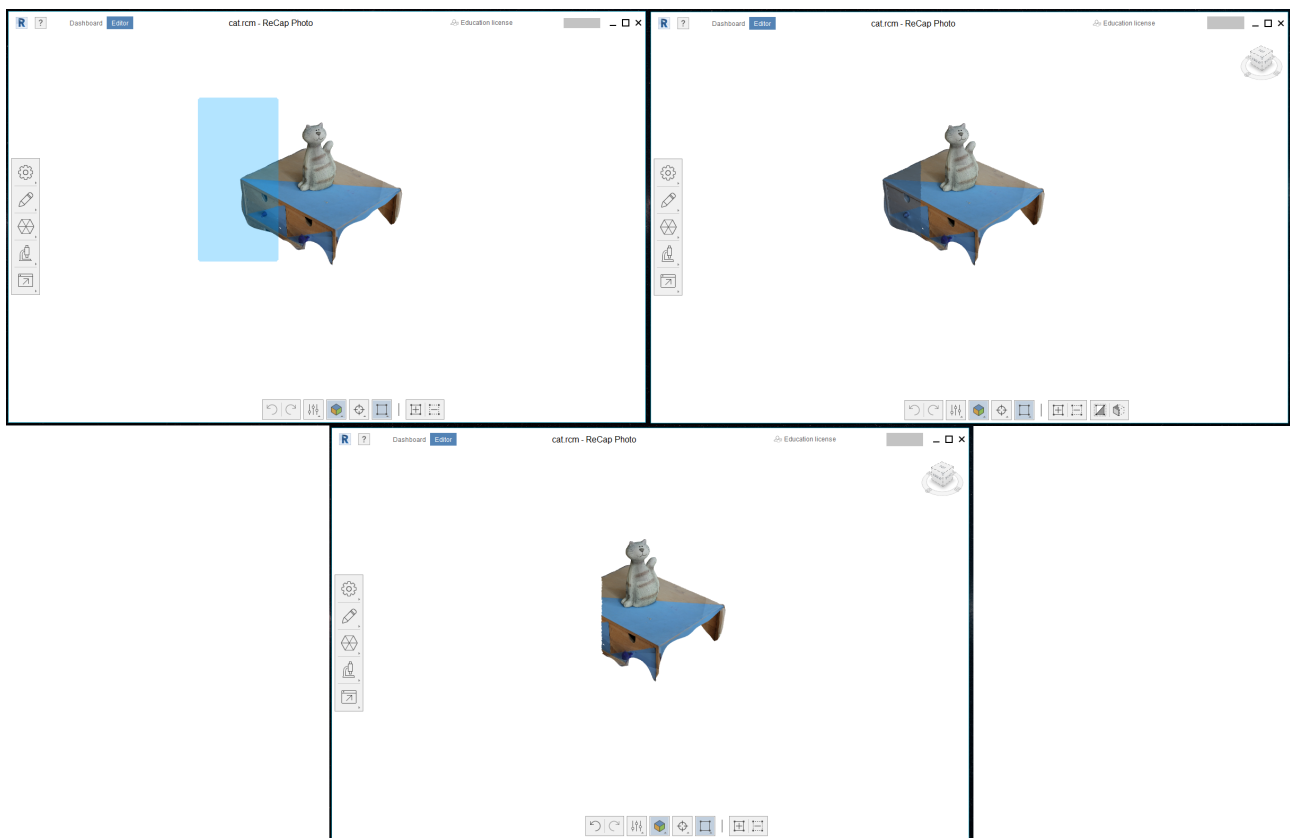


Abbildung 12: Selektion und Löschen einiger Polygone.

Als nächstes müssen Sie die Löcher in Ihrem Modell schließen. Dazu benutzen wir das Analyse-Tool in der linken Auswahlleiste (siehe Abbildung 14). Klicken Sie auf “Detect issues” und bereinigen Sie die gefundenen Fehler: “Particles”, “Holes” und “Intersections”. Ein Klick auf “Fix” bereinigt den aktuell behandelten Problembereich. Hier müssen Sie ein wenig mit den Parametern herumprobieren, bis das Problem möglichst visuell ansprechend bereinigt wurde. Zum Beispiel ist in manchen Fällen das Schließen eines Lochs (“Hole”) mit dem Parameter “Flat” und in anderen Fällen mit “Smooth” besser.

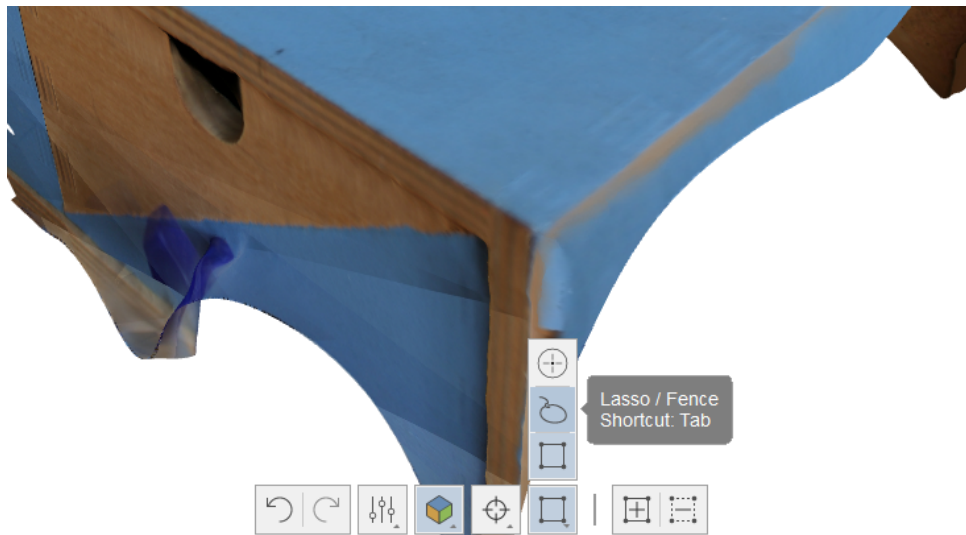


Abbildung 13: Auswahl des Selektionswerkzeugs.

TIPP: In seltenen Fällen kann ReCap offensichtliche Löcher (z.B. sehr große Löcher) nicht detektieren. In diesen Fällen hilft es oft, die Kanten am Lochrand zu selektieren und die Größe des Lochs durch Verschieben der Kanten soweit zu verringern, dass ReCap bei der Analyse das entsprechende Loch finden kann.

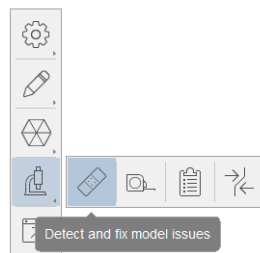


Abbildung 14: Auswahl des Selektionswerkzeugs.

Durch das Beheben von Problembereichen kann es an anderen Stellen zu neuen Problembereichen kommen. Wenn beispielsweise ein Loch geschlossen wird, kann dies Überschneidungen ("Intersections") erzeugen, die entfernt werden müssen. Die entfernten Überschneidungen hinterlassen wiederum kleinere Löcher, die geschlossen werden müssen. Daher muss der Analyse-Prozess einige Male wiederholt werden bis keine Problembereiche mehr existieren (siehe Abbildung 15).

Wenn das Modell fertig bereinigt wurde und alle Löcher geschlossen wurden, muss es nur mehr exportiert werden, um es in Blender verwenden zu können. Klicken Sie dazu in der linken Auswahlleiste auf das Symbol "Export" → "Export Model" und klicke auf "Quick Export". Wähle bei "Optimize for" "Blender - OBJ" und als Qualitätsstufe "Medium" oder "High". Das OBJ-Format ist ein relativ altes und einfaches Dateiformat für 3D Szenen sowie texturierte Meshes und kann daher von Blender problemlos importiert werden.

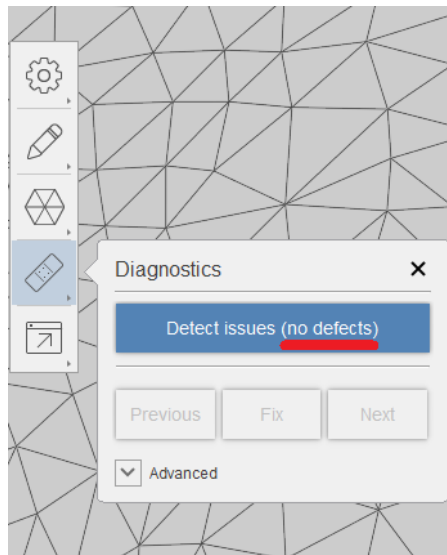


Abbildung 15: Fertig bereinigtes Mesh.

2.6 Optional: Clean-Up in Blender

Falls das Clean-Up nicht in der gewählten Rekonstruktionssoftware möglich ist, kann dieser Schritt auch in Blender durchgeführt werden. Die hilfreichsten Funktionen sind hierbei das Bisect-Tool¹¹ und die Clean-Up-Funktionen¹². Hier ist darauf zu achten, dass diese Tools nur die im Edit-Mode ausgewählten Elemente (Eckpunkte, Kanten, Flächen) bearbeiten.

Das Bisect-Tool teilt alle Kanten und Flächen, entlang der Schnittfläche mit einer selbst definierten Ebene, in zwei Teile. In den Operator-Einstellungen (siehe Abbildung 16) kann mit den Optionen “Clear Inner”, “Clear Outer” und “Fill” eingestellt werden, welche Seite der Ebene gelöscht wird und ob die Schnittfläche gefüllt werden soll.

Die Clean-Up-Funktionen sind im **Edit-Mode** unter “Mesh → Cleanup” zu finden. Die hilfreichsten Operationen sind hierbei “Delete Loose”, “Decimate Geometry”, “Merge by Distance” und “Fill Holes”.

- **Delete Loose** löscht einzelne Vertices und Kanten die keine Flächen aufspannen.
- **Decimate Geometry** kann verwendet werden um die Komplexität der Geometrie zu reduzieren und Rechenleistung zu sparen.
- **Merge by Distance** fasst nahe zusammen liegende Eckpunkte und Kanten zusammen, welche nicht notwendig sind.
- **Fill Holes** füllt Löcher in der Geometrie. Die Option “Sides” kann hierbei auf 0 gesetzt werden, um Löcher mit jeder beliebigen Seitenanzahl zu füllen.

Der effizienteste Weg, um unerwünschte Komponenten der Rekonstruktion, wie alleinstehende Objekte, aus dem Hintergrund zu entfernen ist wie folgt: Im Edit-Mode wird jeweils ein Element der Teile ausgewählt, welche

¹¹<https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/meshes/editing/mesh/cleanup.html>

¹²<https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/meshes/editing/mesh/bisect.html?highlight=bisect>

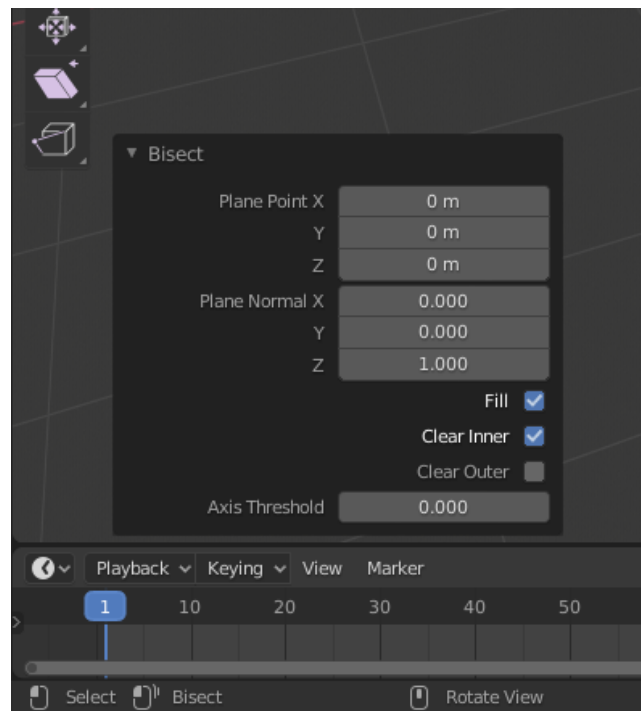


Abbildung 16: Einstellungen des Bisect-Tool in Blender.

erhalten bleiben sollen. Dann kann mit dem Shortcut Strg + L die Auswahl auf die zusammenhängenden Komponenten erweitert und mit dem Shortcut Strg + I die Auswahl invertiert werden. Danach können alle unerwünschten Elemente einfach gelöscht werden. Zu guter Letzt können Löcher auch manuell gefüllt werden, indem die betroffenen Kanten ausgewählt und der Shortcut F gedrückt wird.

3 Teil 2: Modellierung

Theorie in Vorlesung: Beleuchtung + Schattierung

Teil 2 dieses Beispiels beschäftigt sich mit der Modellierung eines 3D Sockels für das rekonstruierte Objekt und dem Rendering. Wenn Sie Blender noch nie verwendet haben, lesen Sie sich zuerst das PDF “Blender Tutorial” in Tuwel durch.

Zu Beginn dieses Beispiels entfernen Sie zunächst den Würfel, der standardmäßig beim Öffnen von Blender im Ursprung der Szene platziert ist, und skalieren Sie eine Ebene in x- und y-Richtung auf die 10-fache Größe. Benennen Sie die Ebene als “Boden”. Anschließend kann mit der Sockelmodellierung begonnen werden.

3.1 Sockelmodellierung

Wie der zu modellierende Sockel aussieht, bleibt grundsätzlich Ihnen überlassen. Es müssen allerdings folgende Punkte erfüllt sein:

1. Ihre Matrikelnummer muss als 3D Text auf dem Sockel sichtbar sein
2. Der Sockel darf nicht zu einfach sein: Es müssen mind. 2 verschiedene Grundobjekte (z.B. Würfel, Zylinder, etc.) kombiniert werden und mind. 1 Modifier verwendet werden (z.B. Array, Bevel, Boolean, Skrew, Curve, etc.) **Achtung:** Der Modifier muss in der Scene-Collection angeführt sein, damit er bewertet werden kann. (Durch Klick auf „Apply“ wird der Modifier nicht mehr in der Scene-Collection angezeigt und kann nicht gewertet werden!)
3. mind. 2 Materialien oder Texturen

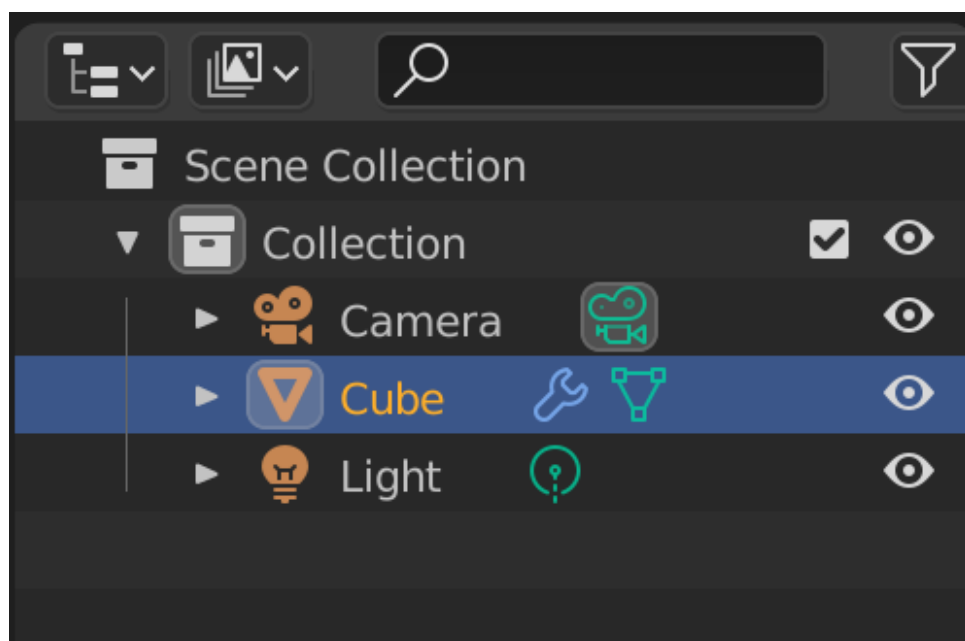


Abbildung 17: Scene-Collection, in der ein Modifier zu sehen ist

In Abbildung 18 sind einige Beispiele gegeben, wie so ein Sockel aussehen kann.

WICHTIG: Der Sockel muss selbst modelliert werden. Modelle aus dem Internet oder das Einscannen und anschließende Rekonstruieren sind nicht erlaubt. Es darf grundsätzlich jedes 3D Modellierungsprogramm verwendet werden. Allerdings muss Ihre finale Abgabe in Blender vollständig funktionsfähig sein, mit Blender gerendert werden und beim Abgabegespräche müssen Sie Ihre Arbeitsschritte in Blender (nicht in anderen 3D Programmen) erklären können.



Abbildung 18: Sockelbeispiele.

3.2 Importieren des rekonstruierten Objekts

Wenn der Sockel fertig modelliert ist und mit Materialien versehen wurde, ist es Zeit das rekonstruierte Objekt als obj-Datei in Blender zu importieren. Dazu klicken Sie auf “File” → “Import” → “Wavefront (.obj)”, navigieren zu Ihrer obj-Datei im Filesystem und klicke auf “Import OBJ”.

3.3 In Szene setzen und Rendering

Das geladene Modell müssen Sie nun passend zum Sockel skalieren, rotieren und verschieben. Anschließend soll das Shading an Stellen, wo es Sinn ergibt, auf “Smooth-Shading” umgestellt werden (Also auf Objekten und

Oberflächen, die rund erscheinen sollen). Danach müssen mindestens 2 verschiedene Lichtquellen (Punktlicht, Sonnenlicht, Scheinwerfer) eingefügt werden sowie eine Kamera so positioniert werden, dass die gesamte Szene gut erfasst wird.

Wenn das Objekt in Szene gesetzt ist, berechnen Sie 2 Bilder Ihrer Szene (**keine Screenshots!**): 1x perspektivisch und 1x orthogonal gerendert, wobei die **Kameraposition** nicht verändert werden darf. In Abbildung 19 sehen Sie ein Beispiel für ein in Szene gesetztes Objekt. Beachte, dass die Render-Einstellungen das Endergebnis erheblich verändern können. Besonders schöne Ergebnisse erhalten Sie mit Path-Tracing-Rendering mit dem Cycles-Renderer in Blender, mit der Eevee-Rendering Engine ist der Render-Prozess aber erheblich schneller.



Abbildung 19: Beispiel eines perspektivisch gerenderten Endergebnisses.

4 Checkliste

Die hier angeführten Punkte **müssen** bei Ihrer Abgabe erfüllt sein.

1. Das rekonstruierte Objekt hat keine sichtbaren Löcher und “falsche” Polygone sind entfernt
2. Die Szene enthält keinen Standard-Blender-Würfel mehr
3. Die Szene hat eine skalierte Ebene als Boden
4. **Alle** Objekte in der Blender-Szene sind sinnvoll benannt
5. Gut sichtbare Matrikelnummer als 3D Text am Sockel
6. Sofern sinnvoll, wurden die einzelnen Objekte in eine Parent-Child-Beziehung zu einander gesetzt
7. Für den Sockel wurden mindestens 2 verschiedene Materialien bzw. Texturen verwendet
8. Für den Sockel wurden mindestens 2 verschiedene Grundobjekte kombiniert
9. Der Sockel ist auch tatsächlich als Sockel erkennbar (ein skaliertes Zylinder auf einem Würfel ist definitiv zu wenig)
10. Mindestens 1 Modifier wurde bei der Modellierung des Sockels verwendet und ist in der Scene-Collection sichtbar
11. Die Szene enthält mindestens 2 verschiedene Typen von Lichtquellen
12. Smooth-Shading wurde auf dafür sinnvolle Objekte angewandt
13. Die Kamera ist so platziert und ausgerichtet, dass die gesamte Szene erfasst wird
14. 2 Renderings: perspektivisch und orthogonal
15. Die Texturen sind in das .blend-File gepackt

5 Fragenkatalog für das Abgabegespräch

Nachstehend sind einige **mögliche Fragen** für das Abgabegespräch angeführt. Diese Liste ist **nicht vollständig**, sondern soll Ihnen nur eine grobe Idee geben, was gefragt werden könnte.

- Auf welcher Idee basiert 3D Rekonstruktion mit Fotos?
- Welche Objekteigenschaften und Aufnahmebedingungen sind wichtig, um eine möglichst gute Rekonstruktion zu erhalten?
- Wie bereinigen Sie ein rekonstruiertes Objekt in Autodesk ReCap?
- Welche Problembereiche auf einem rekonstruierten Objekt kennen Sie?
- Was bedeutet Rendern?
- Was ist ein Mesh und wie kann man es in Blender erstellen/bearbeiten?
- Was ist der Unterschied zwischen orthogonaler und perspektivischer Projektion? Nenne Beispiele, wo Sie welche Projektionsart verwenden würden.
- Was sind Modifier? Erklären Sie den von Ihnen verwendeten Modifier.

- Was ist der Unterschied zwischen flat- und smooth-shading?
- etc...