

Digital gestütztes Unterrichtsprojekt im Fach Bildnerisches Gestalten:

3D-Modelle entwickeln mit Fotogrammetrie



1. Projektbezeichnung 3D-Modelle entwickeln mit Photogrammetrie

1.1 Projektleitung und Kontakt
Elia Marinucci: elia.marinucci@kbw.ch
Joëlle Menzi: mail@joellemenzi.ch

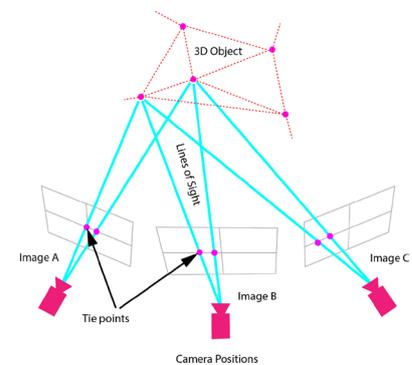
2. Projektbeschreibung
Digitale 3D-Technologien gehören schon selbstverständlich zu unserem Alltag. Sie begegnen uns nicht nur in Computerspielen, sondern auch auf Google Maps oder beim Online-Shopping. Wir konsumieren die 3D-Inhalte aber nicht nur, sondern können selbst 3D-Dublikate von Objekten erstellen. Neueste Mobiltelefone verfügen bereits über einen LiDAR Scanner, d.h. einen Sensor mit dessen Hilfe ein 3D-Abbild errechnet werden kann. Es lassen sich aber auch mit Studio- und Handyfotos sowie entsprechender Software, Objekte und Umgebungen virtuell erfassen und manipulieren. Doch, obwohl 3D-Modelle unseren Alltag revolutionieren, werden digitale Möglichkeiten des Abbildens und plastischen Gestaltens im Fach Bildnerisches Gestalten bis anhin wenig genutzt und vermittelt. Das Projekt beabsichtigt Gymnasiast:innen Anwendungsmöglichkeiten dieser Technologie im Bereich der Kunst- und des Designs vorzustellen, aber vor allem in einem experimentellen Setting selbst zu lernen, wie 3D-Modelle von realen Gegenständen angefertigt und in eigene Entwurfs- und Gestaltungsprozesse eingebunden werden können.

Im vorliegenden Projekt wurden exemplarisch zwei Unterrichtsprojekte für das Fach Bildnerisches Gestalten erarbeitet, welche beide das fotogrammetrische Verfahren zur Digitalisierung physischer Gegenstände einsetzen. Während *Projekt 1 – Von der analogen Skulptur zum VR-Erlebnis* Inszenierungsmöglichkeiten einer manuell gestalteten Styropor-Skulptur im virtuellen Raum erprobt, nimmt *Projekt 2 – Sneakerpainting* das vom eigenen Schuh erstellte 3D-Modell zur Ausgangslage für dessen virtuelle Texturierungen und Bemalung.

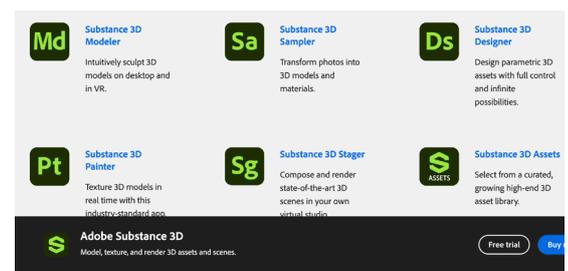
Die in beiden Projekten vorgestellten Arbeitsschritte sind selbstverständlich kombinierbar, aber aufgrund zeitlichen Aufwands nur für fortgeschrittene Schüler:innen oder Quartalsprojekte empfehlenswert.

3. Software- und Applikationsangebot

Die Projekt-Entwicklung gliederte sich in mehrere Etappen. Begonnen wurde mit einer Recherche zum aktuell vorhandenen (Software-)Angebot, mit dem Ziel die bestmögliche Applikation zu finden, um die Technik der Fotogrammetrie für den Unterricht am Gymnasium einsetzbar zu machen. Getestet wurden Scanner-Apps für IOS und Android sowie verschiedene kostenpflichtige Programme wie Agisoft Metashape. Es galt herauszufinden, welches Programm oder welche App für Schüler:innen in Bezug auf Handhabung, Anzahl Features und Renderqualität geeignet ist. Unabhängig von der ungenügenden Renderqualität



Das Triangulationsprinzip wird heute nicht mehr nur in der Landesvermessung eingesetzt, sondern auch in der Photogrammetrie oder im 3D-Scanning.



Adobe Substance 3D Programme



Adobe Aero (Augmented Reality)

aller getesteten mobilen Applikationen – getestet wurden Kiri Engine, MagiScan, Qlone und Widar-3D –, entschieden wir uns gegen eine Lösung, welche Käufe auf privaten Mobiltelefonen von Schüler:innen voraussetzt. Derzeit stellt keine Applikation ausser Widar-3D eine gestalterische Weiterverarbeitungsumgebung zur Verfügung und diese eignet sich lediglich – im Rahmen vorgegebener Features – für spielerische Zwecke. Zudem sind die Exportmöglichkeiten der 3D-Modelle bei Gratisapplikationen nur eingeschränkt verfügbar. Nennenswert ist die kostenlose Desktopsoftware Meshroom, welche für den Scanprozess als auch zur Weiterverarbeitung genutzt werden kann. Diese ist jedoch nur für Windows-Benutzer:innen erhältlich. Agisoft Metashape ist hingegen für professionelle Anwendungen empfohlen, da auf jeder Stufe des Scanprozesses (point cloud, dense cloud und mesh) manuell eingegriffen werden kann. Die Education Lizenz ist für Studierende, nicht aber für Schüler:innen der Sekundarstufe II erhältlich.

4. Verwendete Programme

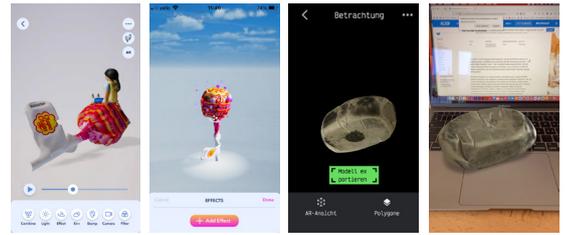
Wir gehen davon aus, dass alle Schweizer Gymnasiast:innen über ihre Schule einen personalisierten Zugang zu den grafischen Applikationen von Adobe besitzen und im Fachbereich Bildnerisches Gestalten mit Mac Desktops oder Laptops arbeiten. Die 3D-Kollektion *Adobe Substance* ist (noch) nicht in die Adobe-Lizenzen inkludiert, jedoch bietet Adobe für Lehrer:innen gratis eine einjährige und für Schüler:innen eine einmonatige Testlizenz für die einzelnen Programme an. Das von uns entwickelte Lehrprogramm stützt sich auf dieses Angebot, da es derzeit keine qualitativ besseren und kostengünstigen Alternativen auf dem Markt gibt und die zukünftige Integration der 3D-Programme in die bestehenden Lizenzvereinbarungen wahrscheinlich ist.

SuS können mit dieser Lösung schulische Geräte nutzen und bewegen sich auf Nutzeroberflächen, die ihnen etwa über die Verwendung von Adobe Photoshop annäherungsweise vertraut sind.

Es sei darauf hingewiesen, dass aktuell der *Adobe Substance 3D Modeler* für Mac-Anwender:innen nicht zur Verfügung steht. Dieses Lehrmittel verzichtet deshalb auf diesen wichtigen Anwendungsbereich. Zur plastischen Bearbeitung und virtuellen Montage der 3D-Modelle kann auf die Open Source Software *Blender* oder *Cinema 4D* zurückgegriffen werden.

5. Lehrmittelinhalt

Um auch unerfahrenen Lehrpersonen einen möglichst niederschweligen Zugang zur Photogrammetrie zu verschaffen, beinhaltet dieses Projekt Basis-Bedienungsanleitungen für *Adobe Substance 3D Sampler* und *Adobe Substance 3D Painter* sowie für die Applikation *Adobe Aero*, welche auch dem Selbststudium fortgeschrittener Schüler:innen dienen. In allen Unterlagen finden sich Links zu weiterführenden Tutorials.



Widar-3D

MagiScan

Getestet wurden die Apps *Widar-3D*, *Qlone*, *MagiScan* und *Kiri Engine*. Keine der verwendeten Handy-Applikationen konnte den Anforderungen gestalterischen Unterrichts entsprechen. Die besten Scan-Resultate lieferten *Widar-3D* und *MagiScan*. Die App *Qlone*, die den fotografischen Prozess mit einer virtuellen Dome vereinfacht, konnte sich qualitativ nicht durchsetzen.

Die Gratisversion von *MagiScan* hat relativ lange Bearbeitungszeiten, ist aber eine der wenigen Gratis-Applikationen, die den Export von drei 3D-Modellen beinhaltet.

Für eine experimentelle und spielerische Einführung in die fotogrammetrische Reproduktionstechnologie mit all ihrer Fehlerhaftigkeit, empfehlen wir die mobile App *Widar-3D*. Die Gratisversion enthält eine Bearbeitungsumgebung, in der 3D-Modelle kombiniert, bearbeitet und mit Effekten versehen werden können. Zudem können aus der Kompositions-Zone Rotations-Videos gerendert, nicht aber 3D-Modelle exportiert werden.

Ausser *Magi-Scan* beim Radiergummi-Scan, konnte keine der getesteten Applikationen verlässlich ein 3D-Modell berechnen, wenn Fotografien aus zwei verschiedenen Objektpositionen gemacht wurden (z.B. liegend & stehend), was unerlässlich ist für die Vollständigkeit des Objekts.



Digitalisierungsprozess mit Adobe Substance Sampler (Capture)

Konkret wird in diesem Lehrmittel der fotogrammetrische Prozess an zwei verschiedenen Gegenständen durchexerziert: An einer von SuS gefertigten Styroporskulptur respektive eines Kartonmodells, sowie an einem kommerziellen Produkt eines Sneakers. Die Wahl des Gegenstandes ist exemplarisch zu verstehen und kann durch andere geeignete (z.B. eine Tonskulptur) ersetzt werden.

Die Projektkonzeption enthält keine Anleitung zur physischen Materialisierung von 3D-Modellen. Im *Projekt 2 – Schuhdesign* wird aber einerseits erklärt, wie aus dem Programm *Adobe Substance 3D Painter* eigene Designentwürfe als Einzelbilder gerendert und andererseits, in welchem Format 3D-Modelle zur Präsentation auf Online-Plattformen exportiert werden können.

6. Didaktisch-methodisches Konzept

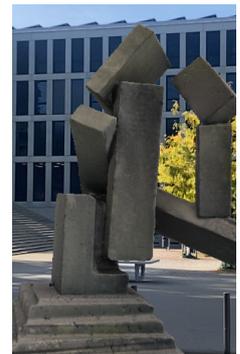
Im Projekt wird eine Rekonstruktionstechnologie aufgegriffen, welche die visuelle Kultur, in denen sich die Jugendlichen befinden, sichtbar prägt und die sie meist selbstverständlich konsumieren. Das Projekt intendiert über praktische Versuchsanordnungen, einen prozessbezogenen Lernvorgang zu initiieren. SchülerInnen und Schüler lernen die Methode der Fotogrammetrie kennen und verlagern damit den Ort des Gestaltens in den virtuellen Raum, welcher eigene Werkzeuge und Anschauungsmodi bereithält und besondere Material- und Raumwahrnehmungen ermöglicht. Im (Re-)Produktionsprozess wird der nicht zu unterschätzende Arbeitsaufwand sowie Potential und Grenzen des Verfahrens erfahrbar. Über eigene «Umgebungsmaps» oder die Anwendung von *Adobe Aero* erfahren SuS, wie eine Rückübersetzung des 3D-Objekts in den «realen» Raum gelingen kann.

7. Wirkung

Das Projekt möchte grundsätzlich den Einsatz digitaler bildgebender Verfahren im Fach Bildnerisches Gestalten stärken und für Lehrpersonen zugänglich machen. Die Fotogrammetrie bietet einen niederschweligen Einstieg in eine neue, faszinierende und hochtechnisierte Transformation von Fotografien in 3D-Modelle. Dieser Prozess findet an der Schnittstelle zwischen analog und digital statt und eröffnet diverse Einblicke in die Digitalisierung und ihre Mechanismen. Gymnasiast:innen werden zu Produzent:innen am Puls der Zeit und lernen dabei auch banale Aspekte wie die Organisation eines grösseren Datensatzes und dessen Transfer zwischen mehreren Programmen handhaben. Dieser Prozess bietet zudem zahlreiche Anknüpfungspunkte zu Beispielen der Digitalisierung: Mittels Fotogrammetrie kann auf einfachem Weg das Spannungsfeld zwischen dem Internet of Things (IoT), der Blockchain mit den Non-Fungible Tokens (NFT) angeschnitten werden.

8. Anwendung in anderen Fächern

Unser Projekt intendiert Fotogrammetrie für gestalterische Pro-



Inszenierung der Styroporskulptur auf dem Pausenplatz mit Adobe Aero



Eigenes Schuhmodell mit malerischer Weiterverarbeitung in Adobe Substance Sampler.

zesse fruchtbar zu machen, weshalb ein Schwerpunkt auf der Weiterverarbeitung, der VR-Inszenierung und Wahrnehmung von 3D-Modellen liegt.

Die Schaffung eines präzisen 3D-Modells mittels Adobe Substance 3D Sampler dürfte aber auch für andere Fachbereiche von Interesse sein, eignet sich die Herstellung von Replika (z.B. von Gesteinen oder historischen Artefakten) einerseits für gegenstandsbezogene Rechercheaufgaben und andererseits – anstelle von Illustrationen und Fotografien – für die Veranschaulichung und Vermittlung von Wissen. Unabhängig von komplexen Programmen und ohne gestalterische Nachbearbeitung lassen sich 3D-Modelle in kostenlosen 3D-Viewern oder auf Sketchfab allseitig und detailliert betrachten und bei Bedarf mit schriftlichen Informationen versehen.

Lehrmittelunterlagen

Folgende technischen Unterlagen zu den Teilschritten der zwei Unterrichtsprojekte werden zur Verfügung gestellt:

Vorbereitung und Softwarebeschaffung:

- Zugang zu den Testversionen der 3D-Applikationen von Adobe
[01_Adobe_Software-Beschaffung_Anleitung.pdf](#)

Herstellung eines 3D-Modells mit Photogrammetrie:

- Anleitung zum Fotoshooting
[02_Sa_Fotografieren_Anleitung.pdf](#)
- Anleitung zur digitalen Reproduktion mit *Adobe Substance 3D Sampler (Capture)*
[03_Sa_3D-Modelle_erstellen_Anleitung.pdf](#)

Herstellung eigener auf Fotografien basierender Materialien:

- Anleitung zum Erstellen einfacher Materialien/Texturen mit Adobe Substance 3D Sampler
[04_Sa_Material_erstellen_Anleitung.pdf](#)

Bemalen und Texturieren mit Adobe Substance 3D Painter:

- Anwendung eigener Materialien im virtuellen Malprozess/ Rendern von Einzelbildern/ Export von Modellen
[05_Pt_3D-Modelle_bemalen_Anleitung](#)

Inszenieren und Teilen von 3D-Objekten im virtuellen Raum mit Adobe Aero:

- Anleitung Adobe Aero
[06_Ar_Augmented-Reality_erstellen_Anleitung](#)

9. Link-Liste

Was ist Fotogrammetrie?

<https://www.artec3d.com/de/learning-center/what-is-photogrammetry>

Anleitung für Fotoshooting:

<https://sites.hslu.ch/werkstatt/3d-scan-photogrammetrie/>

Fotogrammetrie für Kulturgüter

SIK: Dienstleistungen im Bereich Fotogrammetrie

<https://www.sik-isea.ch/de-ch/Dienstleistungen/Dienstleistungen/Fotografie/Fotogrammetrie>

Bildende Kunst (Beispiele)

Oliver Laric (2016): *Photoplastik*

Publikation zur Ausstellung in der Wiener Secession:

Eine historische Einführung in die Technikgeschichte:

<https://www.secession.at/exhibition/oliver-laric/>

<http://oliverlaric.com>

Urs Fischer (2021): *Chaos*, NFT Kollektion

<https://makersplace.com/ursfischer/>

<https://ursfischer.com/>

Timur Si-Qin: *Sacred Footprint*, 2022 und *Natural Origin*, 2023

<https://www.timursiqin.com/>

<https://www.timursiqin.com/exhibitions/sacred-footprint>

<https://www.timursiqin.com/exhibitions/natural-origin-2023>

Annelore Schneider und Claude Piguet:

<https://collectif-fact.ch/projects/>

White Shadow (2021/22), Video Installation 10:40 min

<https://collectif-fact.ch/project/white-shadow/>

Design

Adobe Sneaker Challenge

<https://substance3d.adobe.com/sneaker-challenge/>

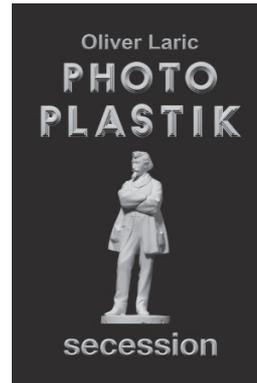
Rekonstruktion und Restitution von Kulturgütern (Beispiele)

The Guardian im März 2022: Das Britische Museum wird von einer der führenden britischen Denkmalschutzorganisationen verklagt, weil es sich weigert, das 3D-Scannen eines Stücks aus seiner Parthenon-Marmorsammlung zuzulassen.

<https://www.theguardian.com/artanddesign/2022/mar/29/british-museum-facing-legal-action-parthenon-marbles-3d-scan-refusal>

Rekonstruktion des Ägyptischen Pharaos Grabes Seti

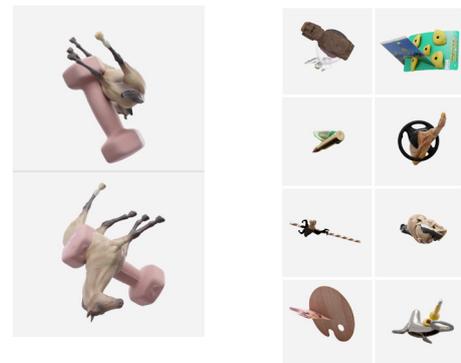
<https://www.factumfoundation.org/pag/1015/Scanning-Seti-I-The-regeneration-of-a-Pharaonic-Tomb>



Beethoven, 2016

Oliver Laric, *Photoplastik*, 2016

Oliver Laric wollte einen Scan der Beethoven-Skulptur von Max Klinger anfertigen. Obwohl das Werk gemeinfrei ist, verwehrte ihm das Museum den Zugang zur Skulptur. Über einen bereits existierenden fotografischen Datensatz rekonstruierte der Künstler die Skulptur und machte das für seine Materialisierung verwendete digitale 3D-Objekt im Netz öffentlich zugänglich.



Urs Fischer, *CHAOS*, 2021

Die Arbeit *CHAOS* von Urs Fischer besteht durch ein einfaches Konzept. Aus jeweils zwei analogen Gegenständen wird durch Digitalisierung und deren Verschmelzung im digitalen Raum ein neues animiertes Objekt (Mashup) produziert, welches durch seine Existenz als NFT wiederum mit der Authentizität eines Originals be- und gehandelt wird. Dieser konzeptuelle Kreislauf scheint auch den Zeitgeist anderer Künstler zu treffen.



Timur Si-Qin, *Sacred Footprint*, 2022 (links)
Permanente Installation, Meta, Farley Station in New York
Das digitale Modell der Skulptur besteht aus verschiedenen mit Fotogrammetrie gescannten Pflanzen.

Michelangelos David als 3D-Druck an der Expo in Dubai

<https://www.youtube.com/watch?v=BRjGA08LLRo>

Literaturangaben / Medientheorie (Beispiele)

Walther Benjamin (1935): *Das Bild im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*

Siegfried Krakauer (1963): *Die Fotografie in Das Ornament der Masse: Essays*

Megan R. Luke (2010): *The photographic reproduction of space, Wölflin, Panofsky, Krakauer*

Martina Hessler, Dieter Mersch (2009): *Logik des Bildlichen, Kritik der ikonischen Vernunft*

Webseiten

<https://www.blender.org/>

<https://sketchfab.com/feed>



Im Video *White Shadow* von collective-fact verwandeln sich alle Fotos der Welt plötzlich in die Objekte, die sie darstellen. Stapel von Selfies, Katzen und Mahlzeiten sind überall verstreut.



Skandal des 3D-Modells von Michelangelos David an der Expo in Dubai.



Digitalisierungsprozesse revolutionieren den Zugang zu und den Umgang mit Kulturgütern in musealen Sammlungen: CultLab3D ist eine erweiterbare, modulare Digitalisierstraße, welche die neueste Generation autonomer Roboter sowie optische Scan-Technologien nutzt.



Rare Room: Online-Galerie mit digitalen Artefakten, die mit einem Avatar besucht werden können



Adobe Sneaker Challenge mit vorgegebenen 3D-Modell