


bavarikon – Internetportal für Kunst und Kultur 3D-Digitalisierung von Kulturerbe



Felix Horn, Bayerische Staatsbibliothek, bav-3D
16.05.2023

bavarikon Glanzlichter Objekte Orte Karten Personen Themen DE | EN 🔍

Suche 🔍

 Orte

 Glanzlichter


 Themen

 Literaturportal


 Literatur zu Bayern

 Bildähnlichkeitssuche

bavarikon
Kultur und Wissensschätze Bayerns

 Karten

 3D Objekte

 Personen

 Institutionen

 Objekte

[Über bavarikon](#) | [Kontakt](#) | [Impressum](#) | [Datenschutz](#) | [Nutzungsbedingungen](#) | [Hilfe](#)

bavarikon – Portal für Kunst und Kultur des Freistaates Bayern

<https://www.bavarikon.de/?lang=de>

3D-Digitalisierung von Kunst

- ◇ Wertvolle Bücher
- ◇ Globen
- ◇ Münzen
- ◇ Skulpturen
- ◇ Möbel
- ◇ Archäologische Artefakte
- ◇ Waffen
- ◇ Textilien
- ◇ Schmuck
- ◇ Messinstrumente
- ◇ Historische Räume



3D-Scanner an der BSB

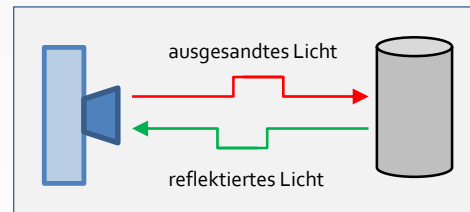
3D-Streifenlicht-Scanner

- ◇ *Firma:* Polymetric
- ◇ *Modell:* PTM 4c
- ◇ *Messprinzip:* Streifenprojektion mit weißem Licht (Triangulation)



3D-Laser-Scanner

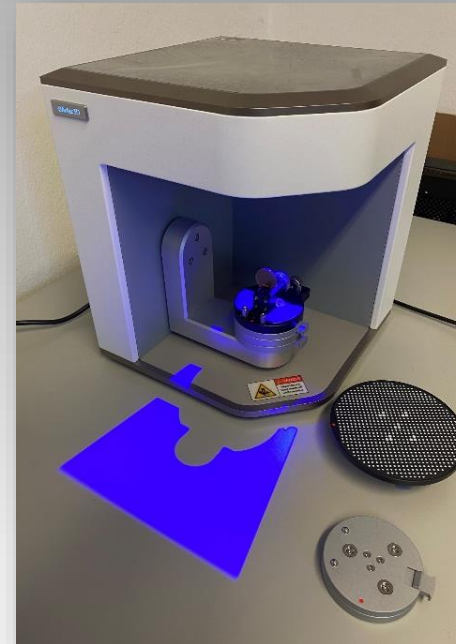
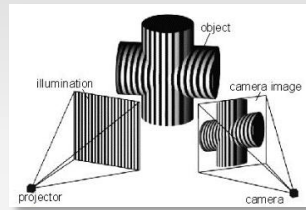
- ◇ *Firma:* Zoller+Fröhlich (Z+F)
- ◇ *Modell:* Imager 5016
- ◇ *Messprinzip:* Time of flight (TOF) mit Laserlicht



3D-Scanner an der BSB

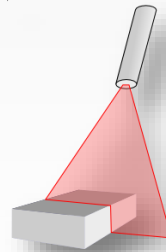
3D-Streifenlicht-Desktop-Scanner

- ◇ *Firma:* Artec
- ◇ *Modell:* Micro
- ◇ *Messprinzip:* Streifenprojektion mit blauem Licht



3D-Laser-Triangulations-Scanner

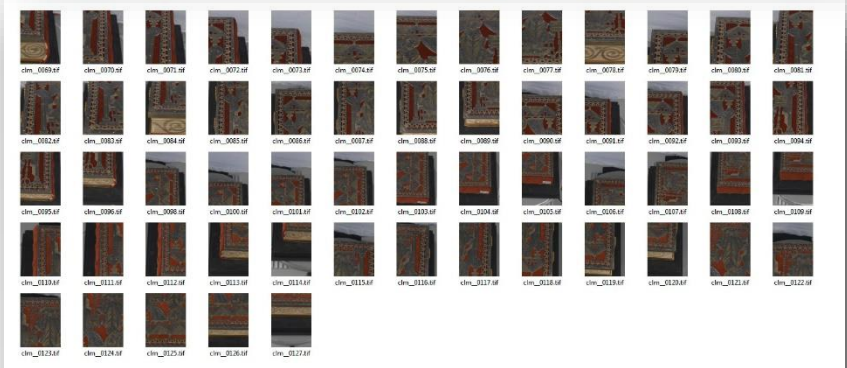
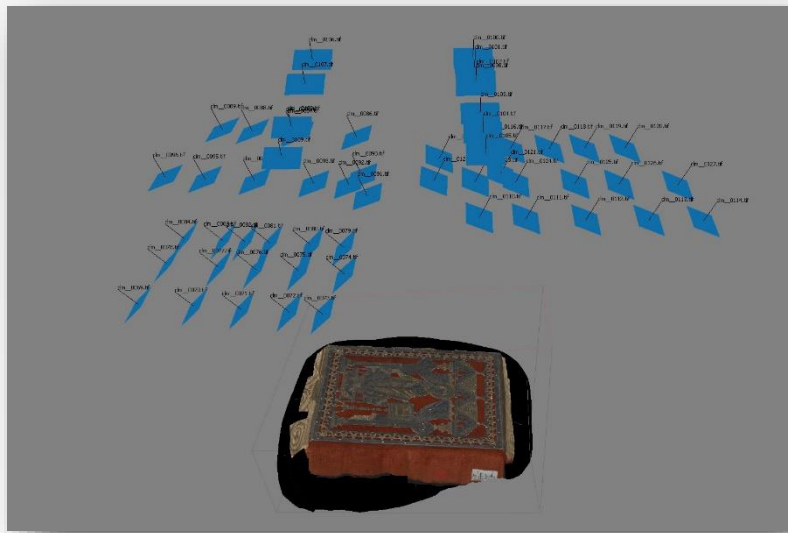
- ◇ *Firma:* Zeiss
- ◇ *Modell:* T-Scan CS
- ◇ *Messprinzip:* Projektion einer Laser-Linie, sog. Lichtschnittverfahren (Triangulation)



3D-Modellerstellung

Fotogrammetrie-Software

- ◇ Agisoft Metashape
- ◇ CapturingReality, RealityCapture
- ◇ Meshroom (open source)



Workflow: Erstellung niedrig aufgelösten 3D-Modelle

1. Vorbereitung, Transport und Aufbau
2. 3D-Scannen
3. Postprocessing „Modell und Farbe“
 - ⇒ Hoch aufgelöstes farbiges 3D-Modell
4. Postprocessing „WWW“
 - ⇒ Niedrig aufgelöstes farbiges 3D-Modell
5. Archivierung der Daten

Warum niedrig aufgelöste 3D-Modelle?

Vorteile

- ◇ kurze Ladezeiten (**Rechner, Netzwerk, Internet**)
- ◇ auch auf mobilen Geräten nutzbar (**Smartphone, Tablet**)
- ◇ gutes Verhältnis von Dateigröße und Darstellungsqualität

Nachteile

- ◇ Verlust an Details der Geometrie
- ◇ geringere Darstellungsqualität als hoch aufgelöste Modelle (**Umrisslinie**)
- ◇ Derivat vom hoch aufgelösten Modell (**Fehlerweitergabe**)

Auswahl und Begutachtung der Kunstobjekte

Klassifizierung der Objekte in hinsichtlich ihrer Eignung für die 3D-Digitalisierung:

- „Leicht“
- „Mittel“
- „Schwer“

	Leicht	Mittel	Schwer
Geometrie	eben, blockhaft	geschwungen, bewegt	hinterschnitten verschlungen, streng geometrisch
Glanz	matt, geringer Glanz	glänzend	stark glänzend
Größe	ca. 10 – 50 cm	ca. 60– 150 cm	ca. 160– 300 cm ca. 1-10 cm
Formstabilität	massiv	kaum beweglich	beweglich

Auswahl und Begutachtung der Kunstobjekte

Kunstwerke, die **nicht** 3D-Vermessen werden können

- ◇ opake oder transparente Materialien
- ◇ elastische oder leicht verformbare Objekte
- ◇ spiegelnde oder stark glänzende Objekte
- ◇ sich selbst mehrfach überdeckende Objekte

Probleme:

1. starker Glanz

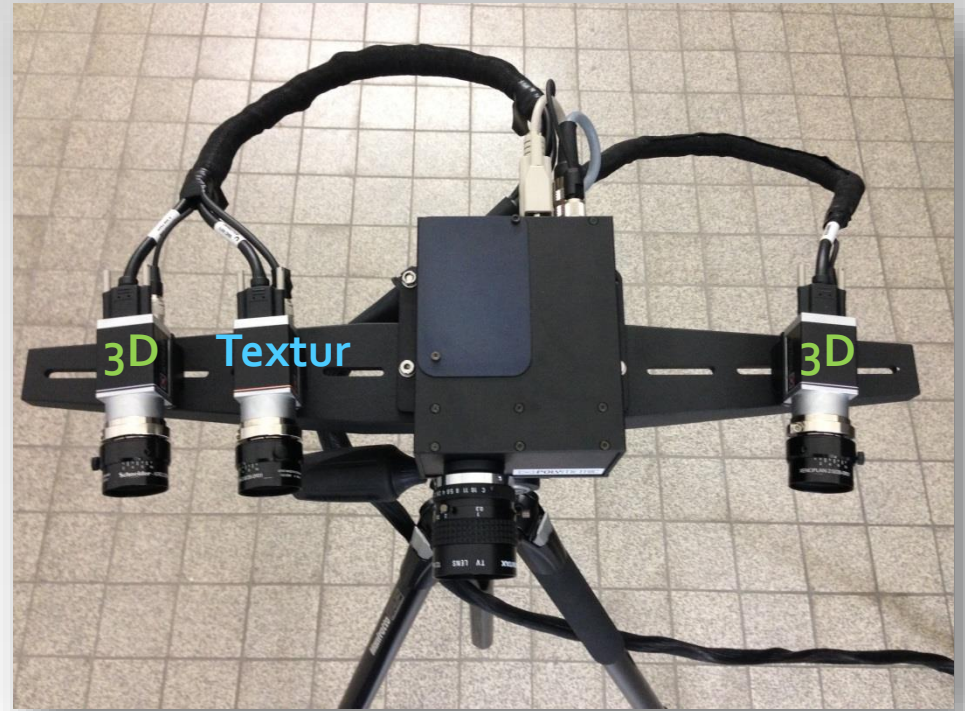
2. bewegliche Teile

3. leicht verformbar

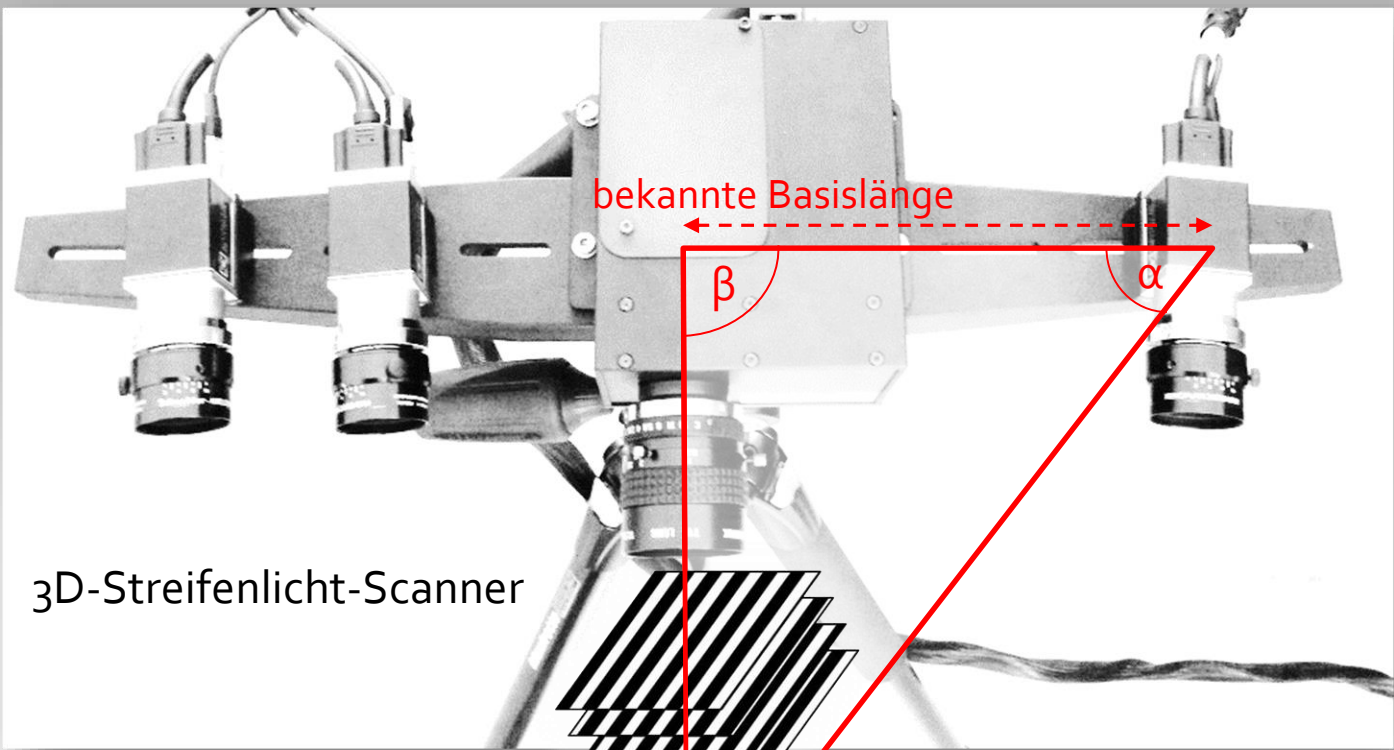




3D-Streifenlicht-Scanner



2 x 3D-Kameras (links u. rechts), 1x Texturkamera



3D-Streifenlicht-Scanner

bekannte Basislänge

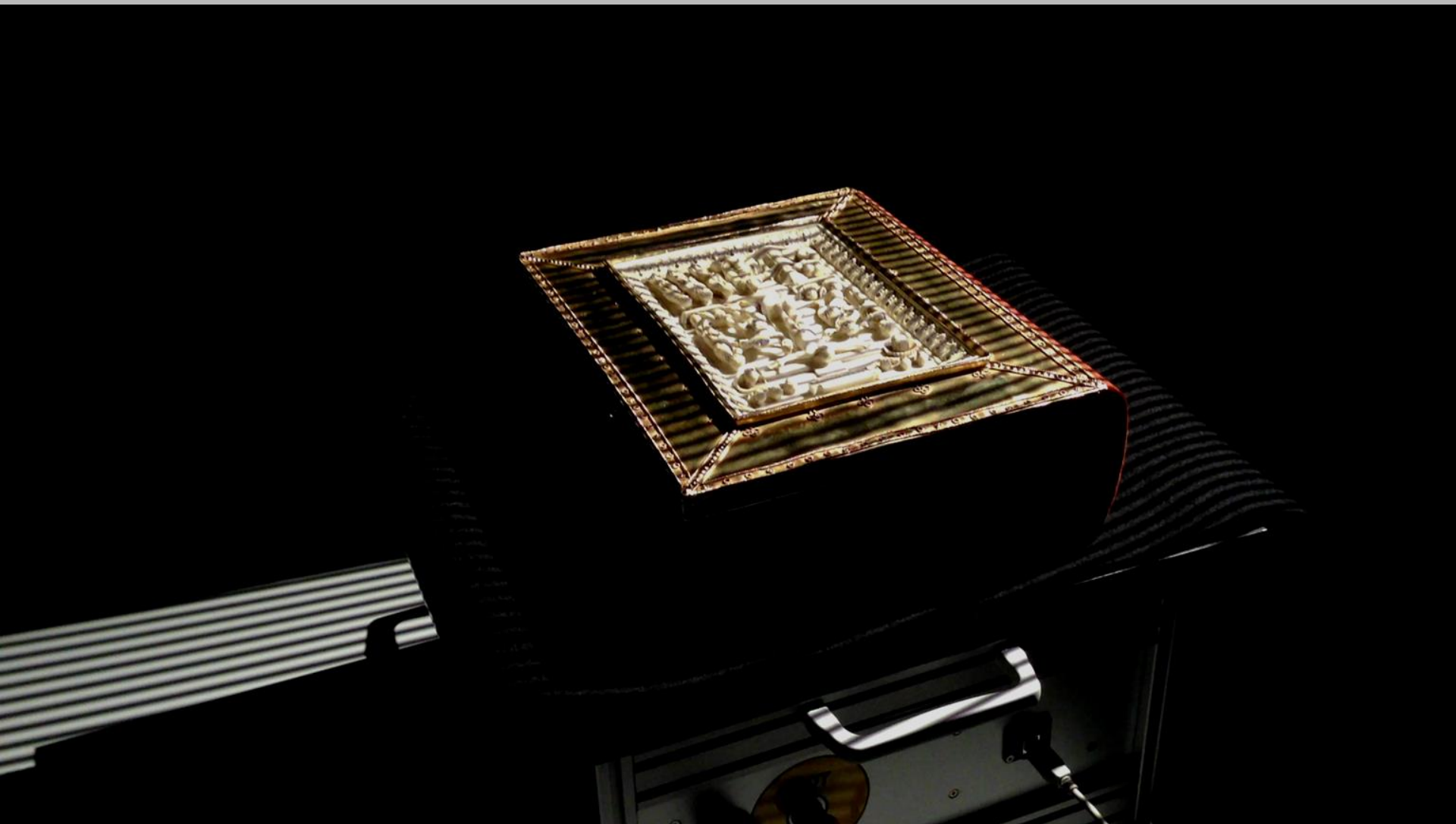
β

α

γ

Erfassung der Oberfläche durch Triangulation

Messobjekt





Lightsituation bei der 3D-Vermessung

- Positionieren von **mehreren** Lichtquellen zur Ausleuchtung der Szene
- **Indirekte** Beleuchtung oder diffuses Licht
- **Nachjustieren** des Setups je nach Betrachtungswinkel



FALLBEISPIEL: Hutagraffe

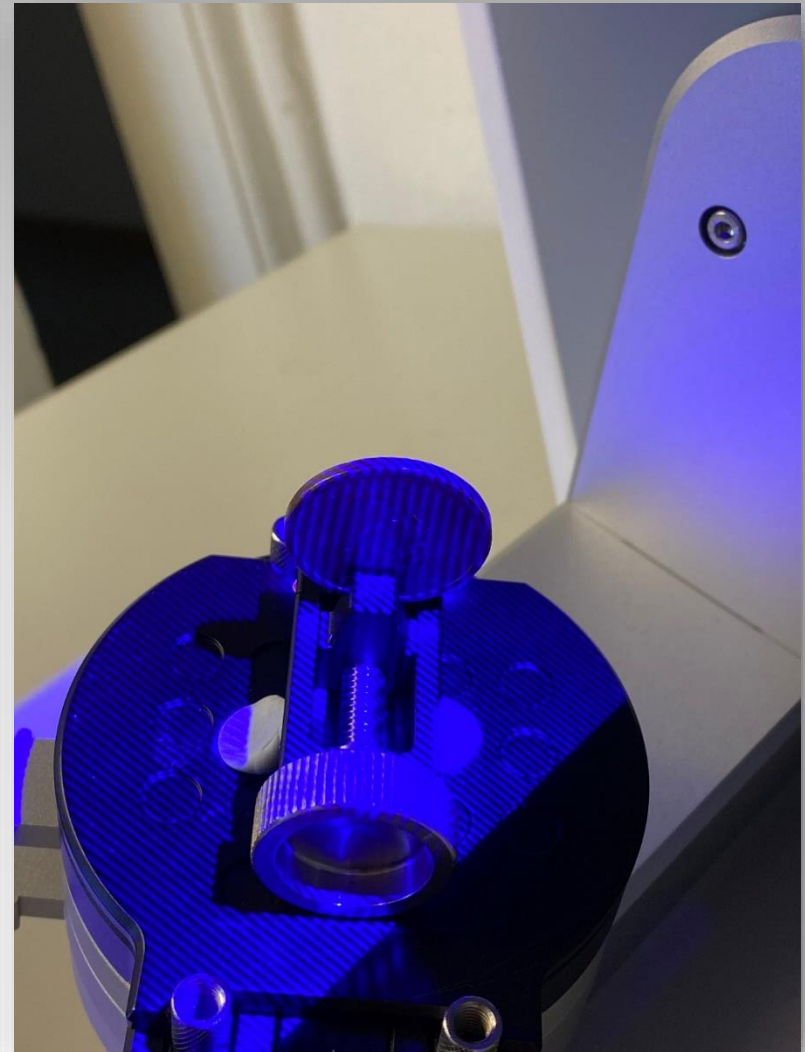
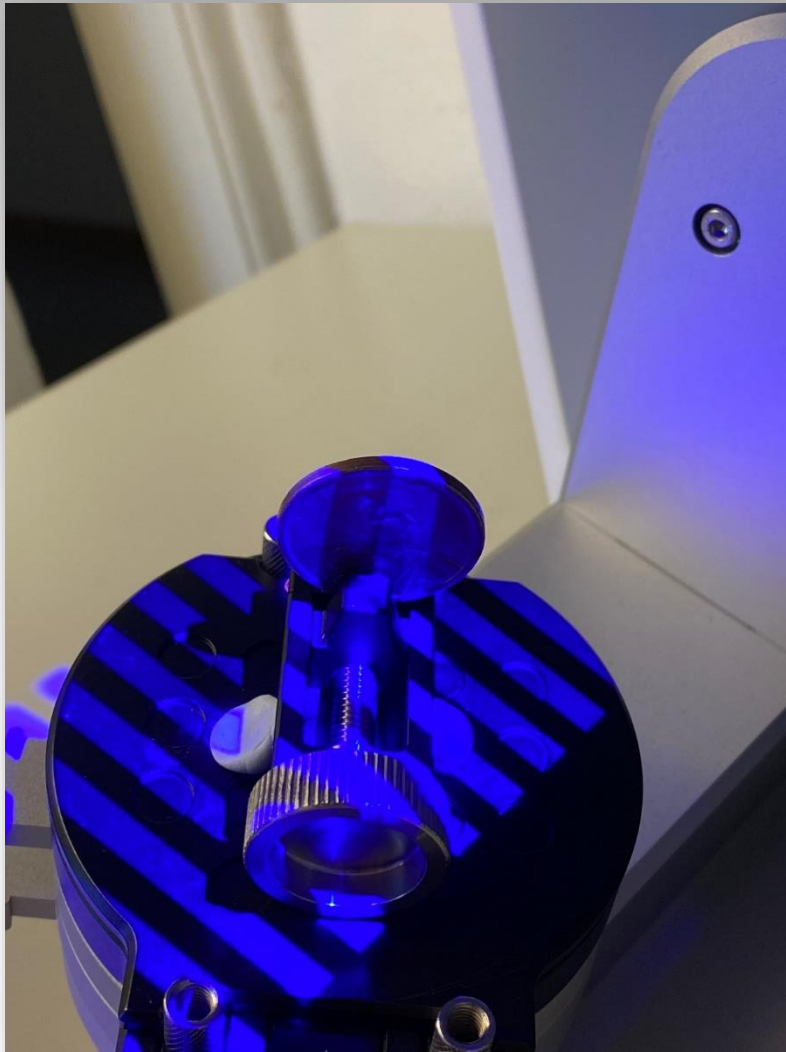
- ◇ Herzförmige Hutagraffe des Pfalzgrafen Otto Heinrich von Pfalz-Sulzbach (1556-1604)
- ◇ Augsburg (?), Süddeutschland
- ◇ zwischen 1582 und 1604
- ◇ Höhe: 5,25 cm, Breite: 4,6 cm, Tiefe: 1,1 cm,
- ◇ Material: Gold, Rubine, Diamanten, Email
- ◇ *aus*: Bayerisches Nationalmuseum, München



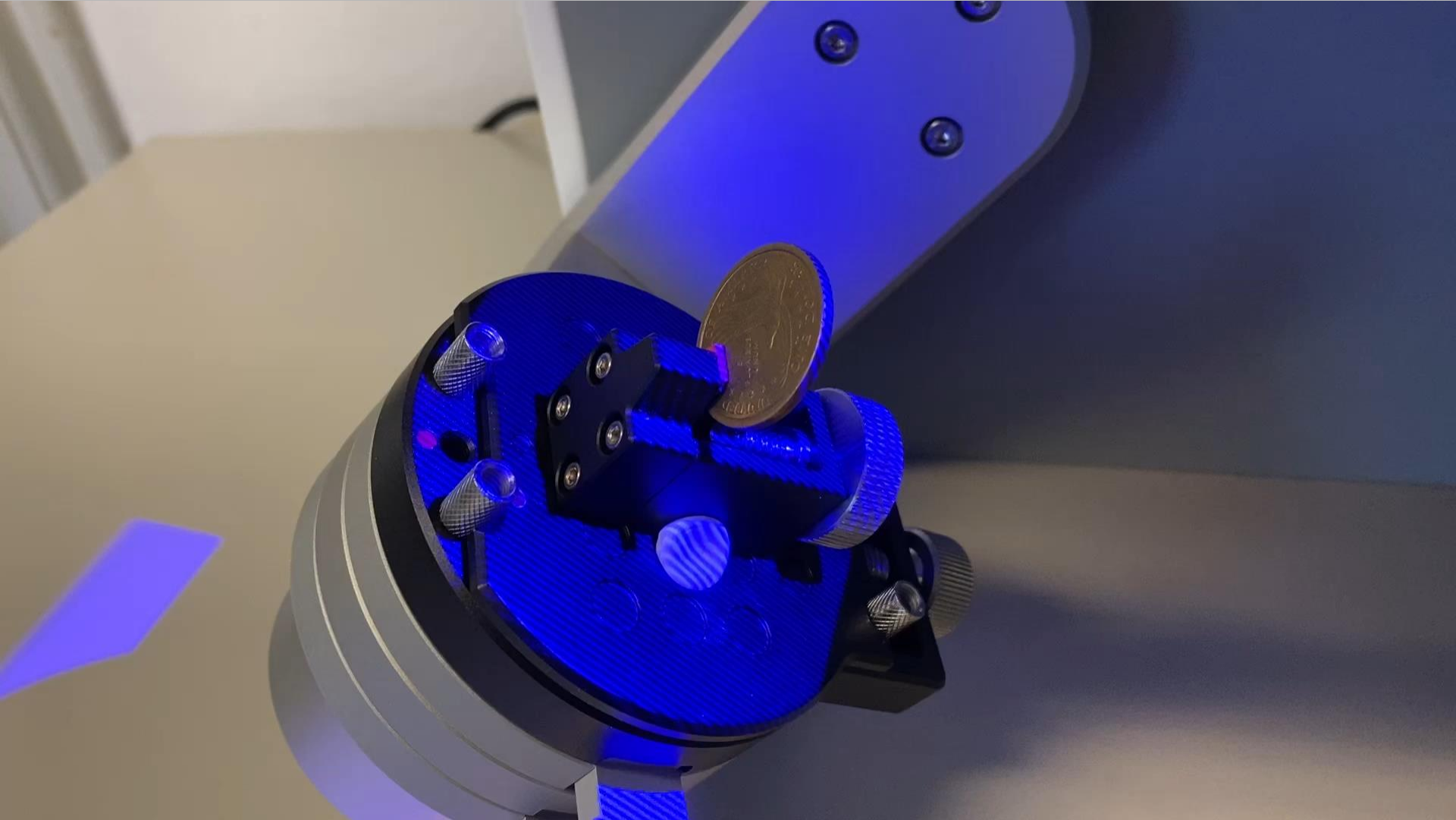
Link: <https://www.bayerisches-nationalmuseum.de/sammlung/highlights/00044641>



Digitalisierung der Agraft im Bayerischen Nationalmuseum mit dem 3D-Scanner **Artec Mirco**, der Form und Farbe erfasst.



Streifenprojektion mit **blauem** Licht (LED) zur Abtastung.



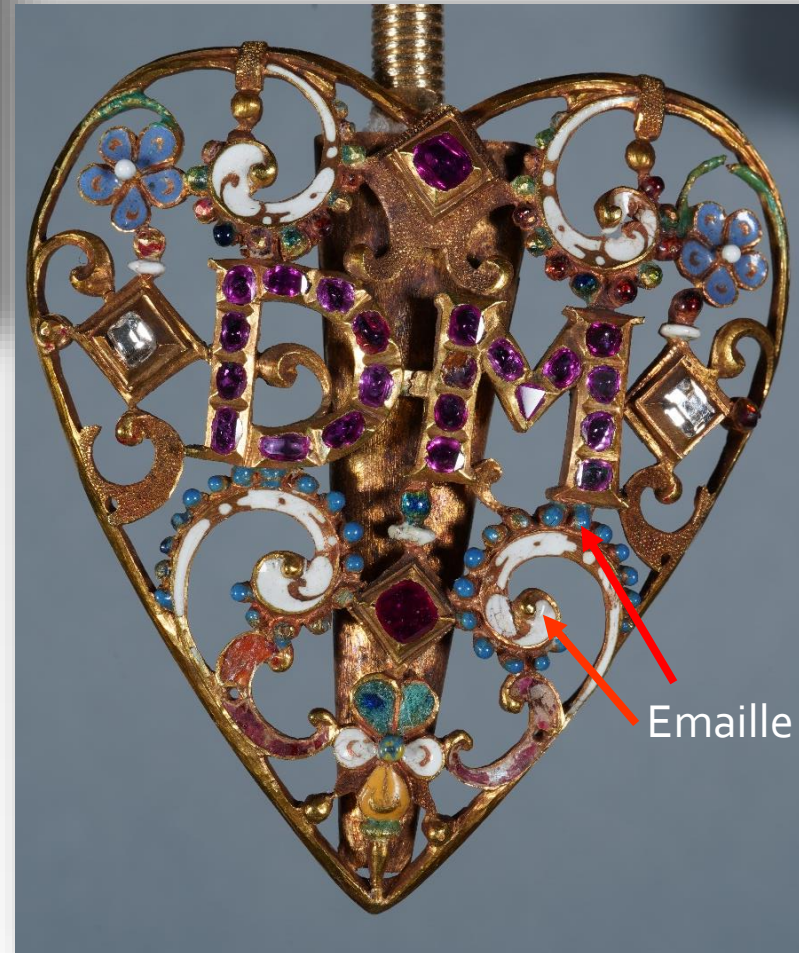
Der Artec Micro mit einem zweiachsigen Rotationssystem, um das Objekt für die 3D-Messung zu bewegen.

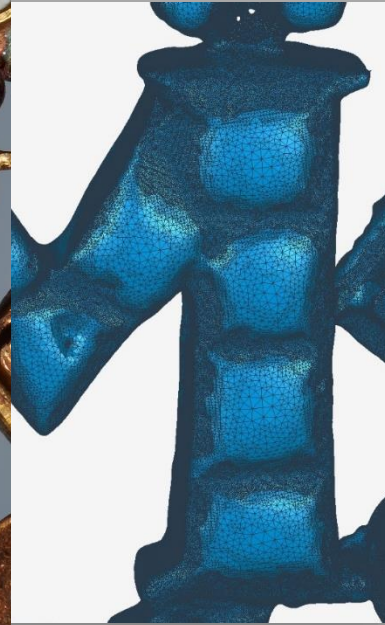


Probleme beim Scannen

Glänzende Oberflächen (Gold) sind schwer zu scannen, da sie oft spiegelnde Reflexionen verursachen. Dies bedeutet, dass das reflektierte Licht verwaschene Daten erzeugt.

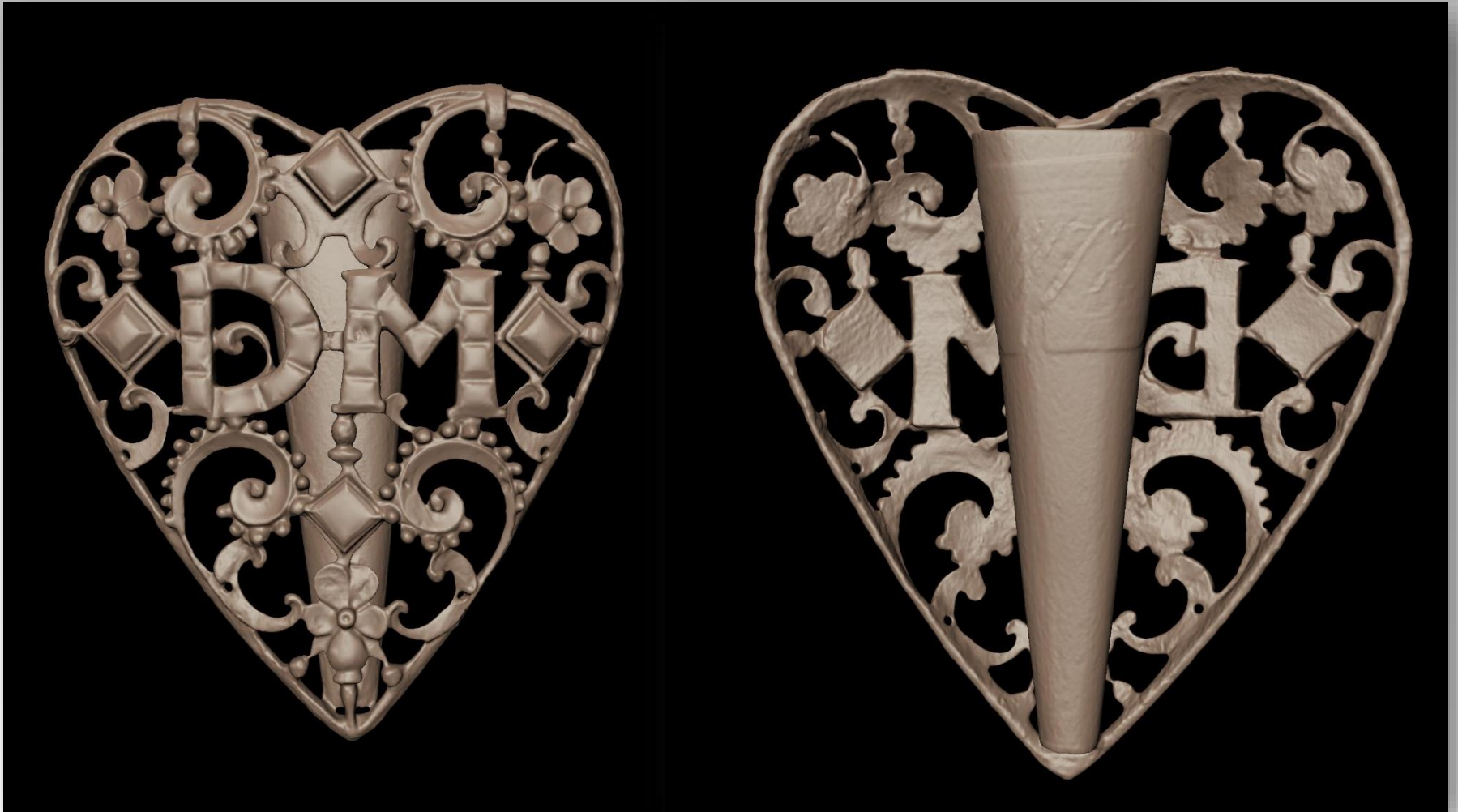
Dies gilt auch für **transparente** Materialien (Emaille).





Probleme:

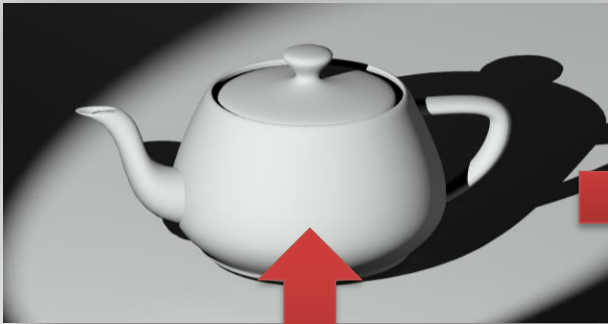
Glanz und
Transparenz führen
zu Fehlern in den
Messdaten, die nicht
mit der physischen
Oberfläche
übereinstimmen.



Hoch aufgelöstes 3D-Modell **ohne Farbtextur**, Vorder- und Rückseite.

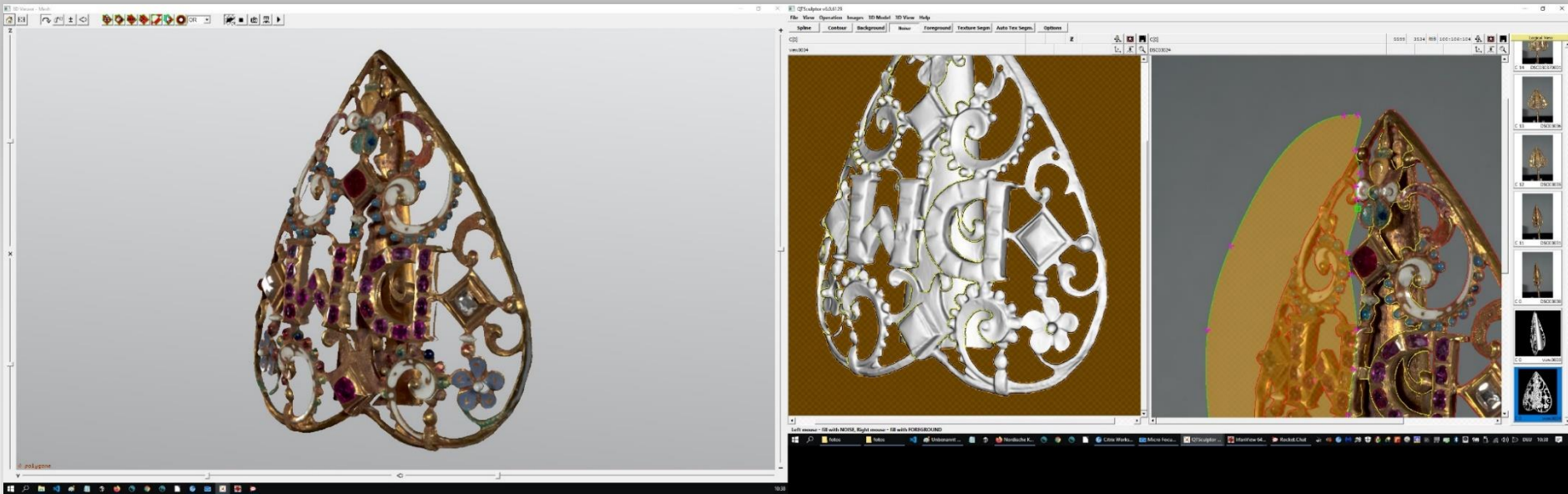
Texture Mapping

Die Geometrie wird mit Farbe in Form eines Digitalfotos versehen.



Farbiges Texturbild

Farbig texturiertes 3D-Modell



3D-Modell während der **Texturierung** mit Digitalfotos.



Farbtexturierung des 3D-Modells:

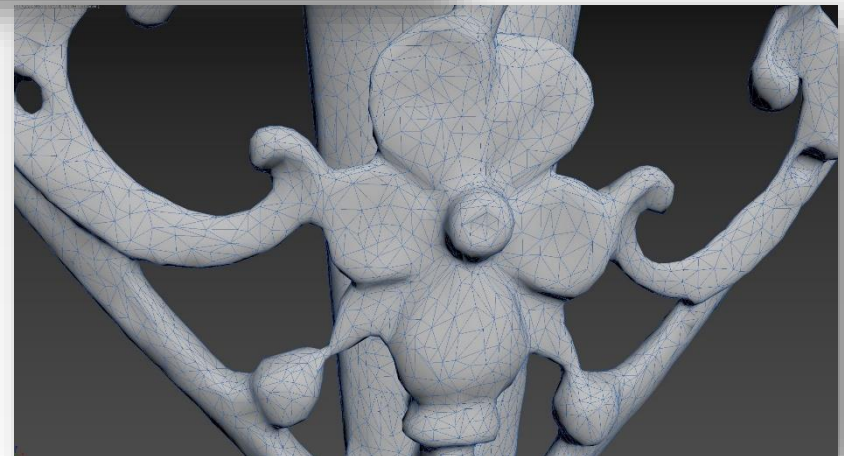
(links) Fehlerkorrigiertes 3D-Modell

(rechts) Modell mit Farbtextur.



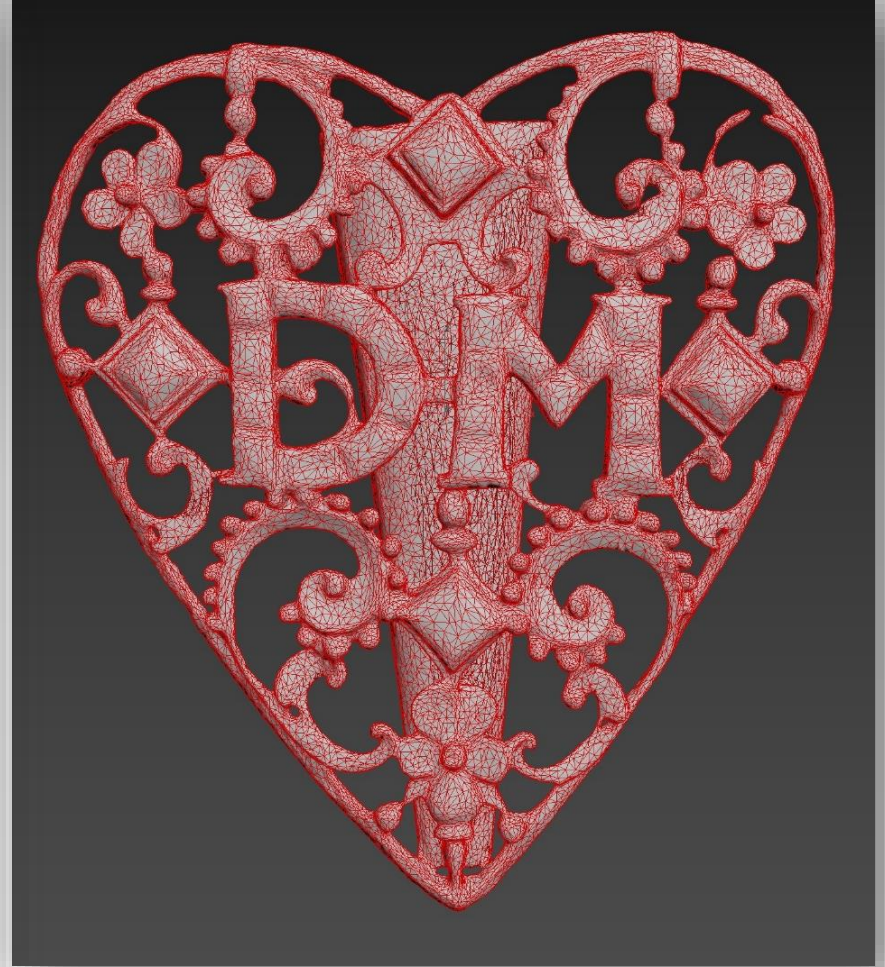
Für die **Web-Präsentation** wird ein niedrig aufgelöstes 3D-Modell erstellt.

Vergleich:
Hoch (*oben*) und **niedrig aufgelöstes** Modell (*unten*)

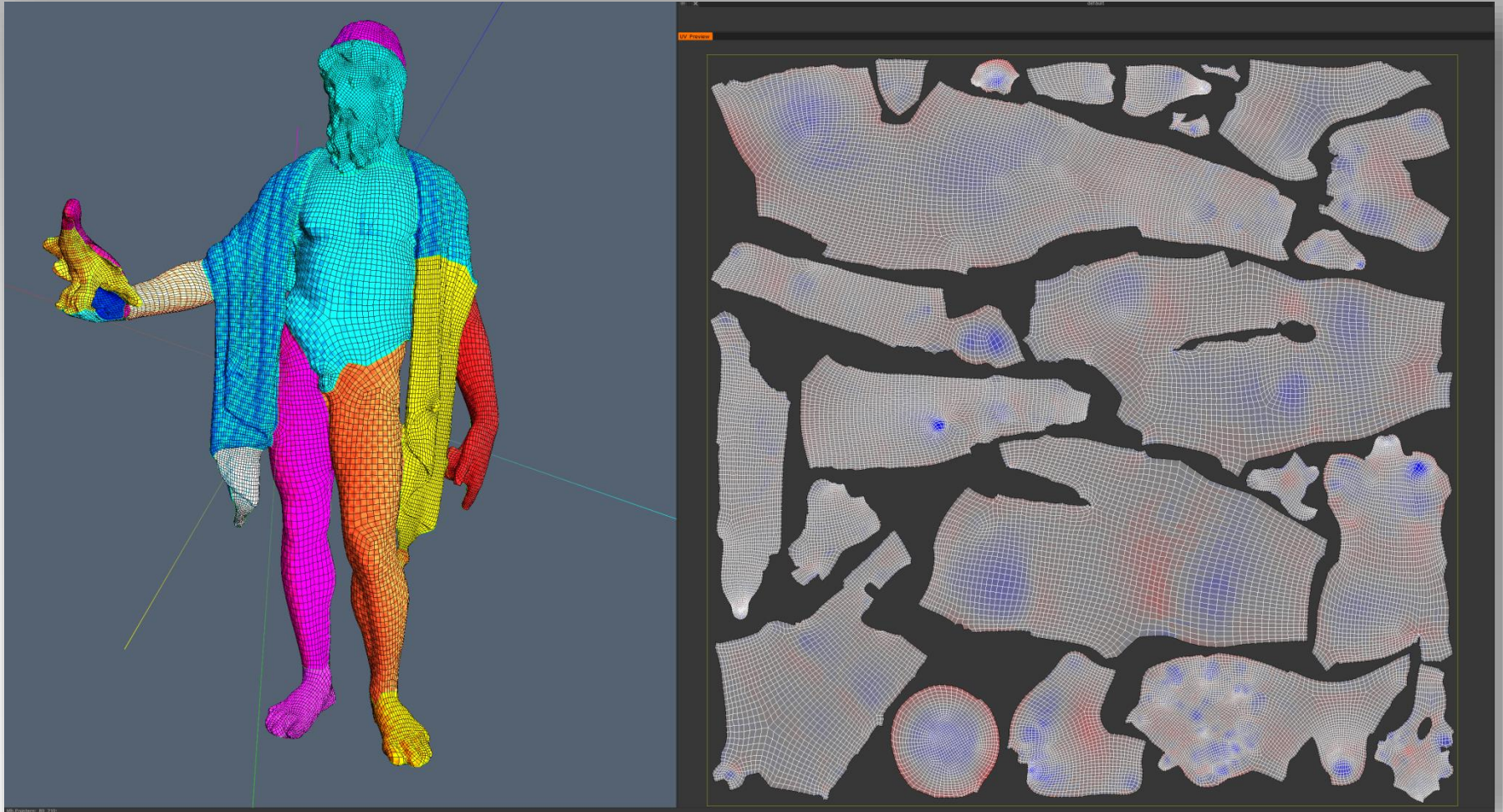




Niedrig aufgelöstes 3D-Modell



Modell, Drahtgitteransicht.

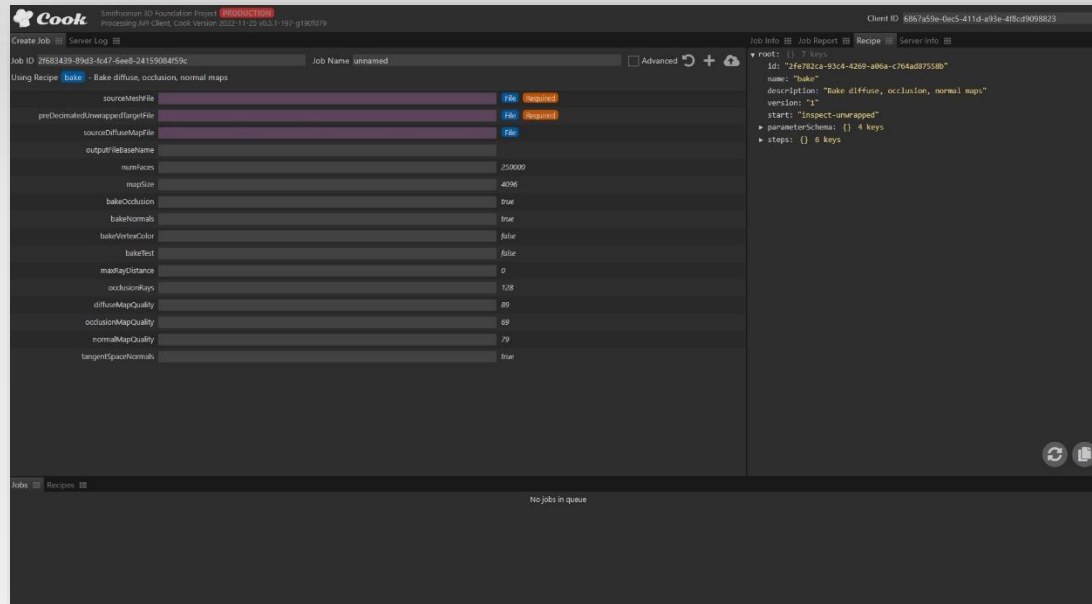


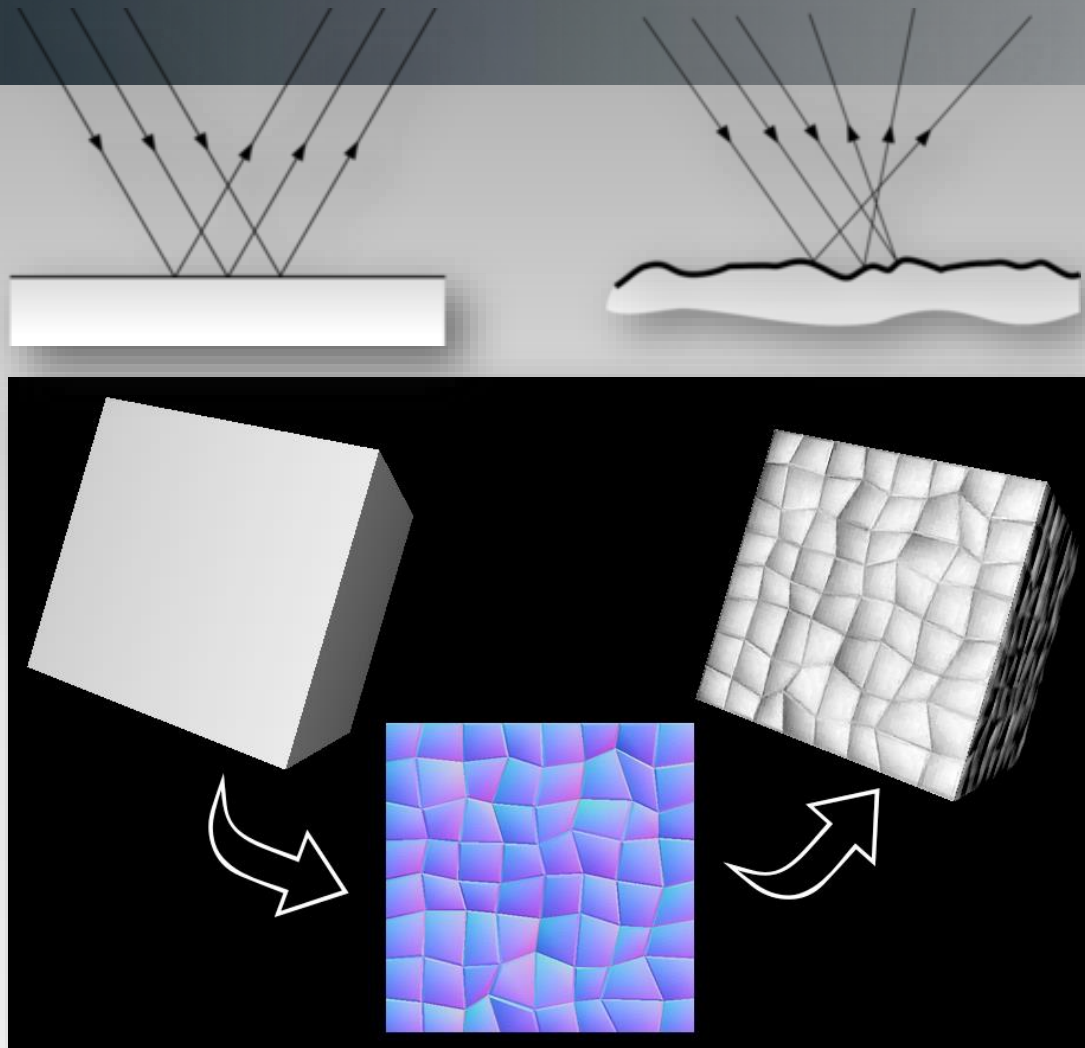
Manuelle Abwicklung der Oberfläche. Schnitte an Stellen mit starker Krümmung oder logischen Verläufen. Es entstehen überwiegend zusammenhängende Stücke.



Automatische Abwicklung der Oberfläche. Nachteil: kein logischer Nahtverlauf (seams) des UVW-Atlas, schlecht für 2D-Bildbearbeitung.

Automatische Abwicklung bzw. Erstellung von UVW-Koordinaten:
Zum Einsatz kommen hier die Programme Cook, 3D Coat, Rizom UV.



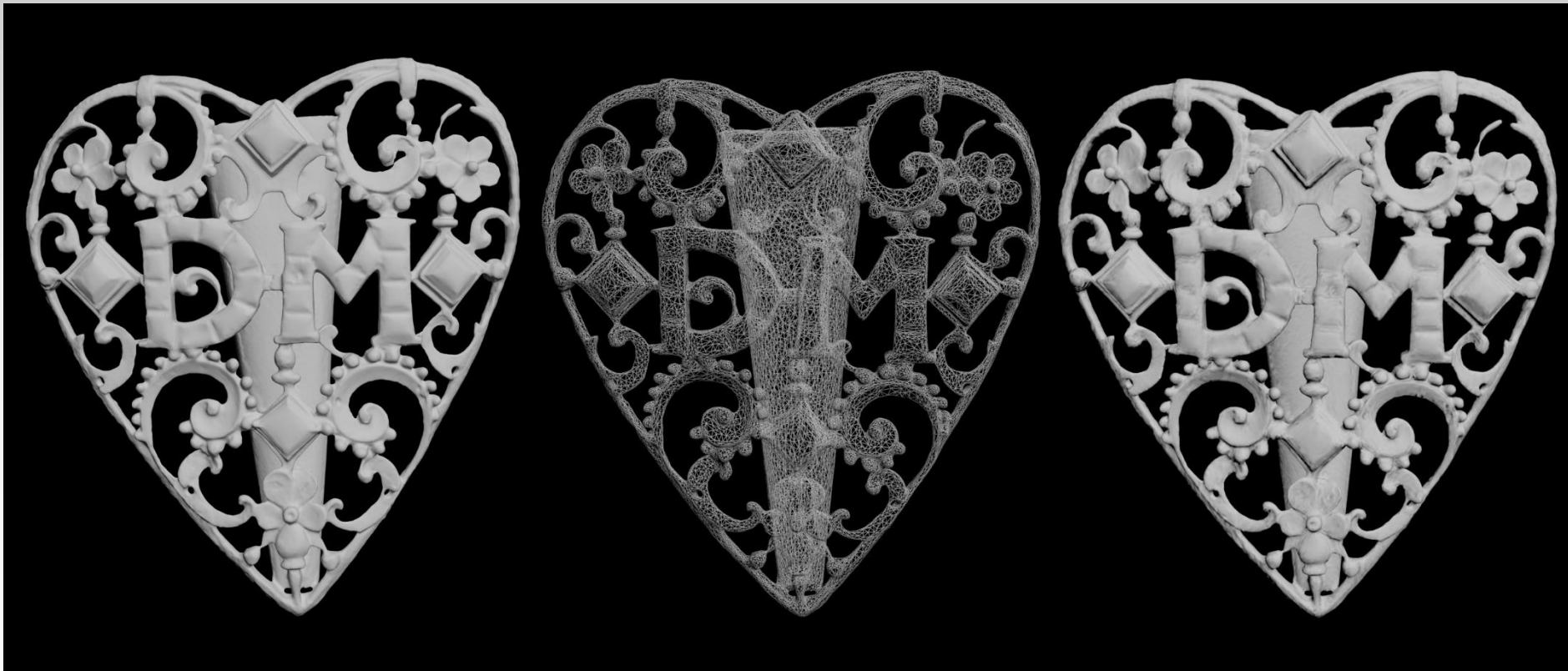


Funktion: **Normal Map**

Die **Normal Map** (= Texturbild) lässt den Würfel, bestehend aus 6 Flächen (**links**) so aussehen bestünde die Oberfläche aus vielen Dreiecken (**rechts**).

Die Verwendung von **Normalmaps** zur Visualisierung feiner Oberflächendetails.

Vergleich:

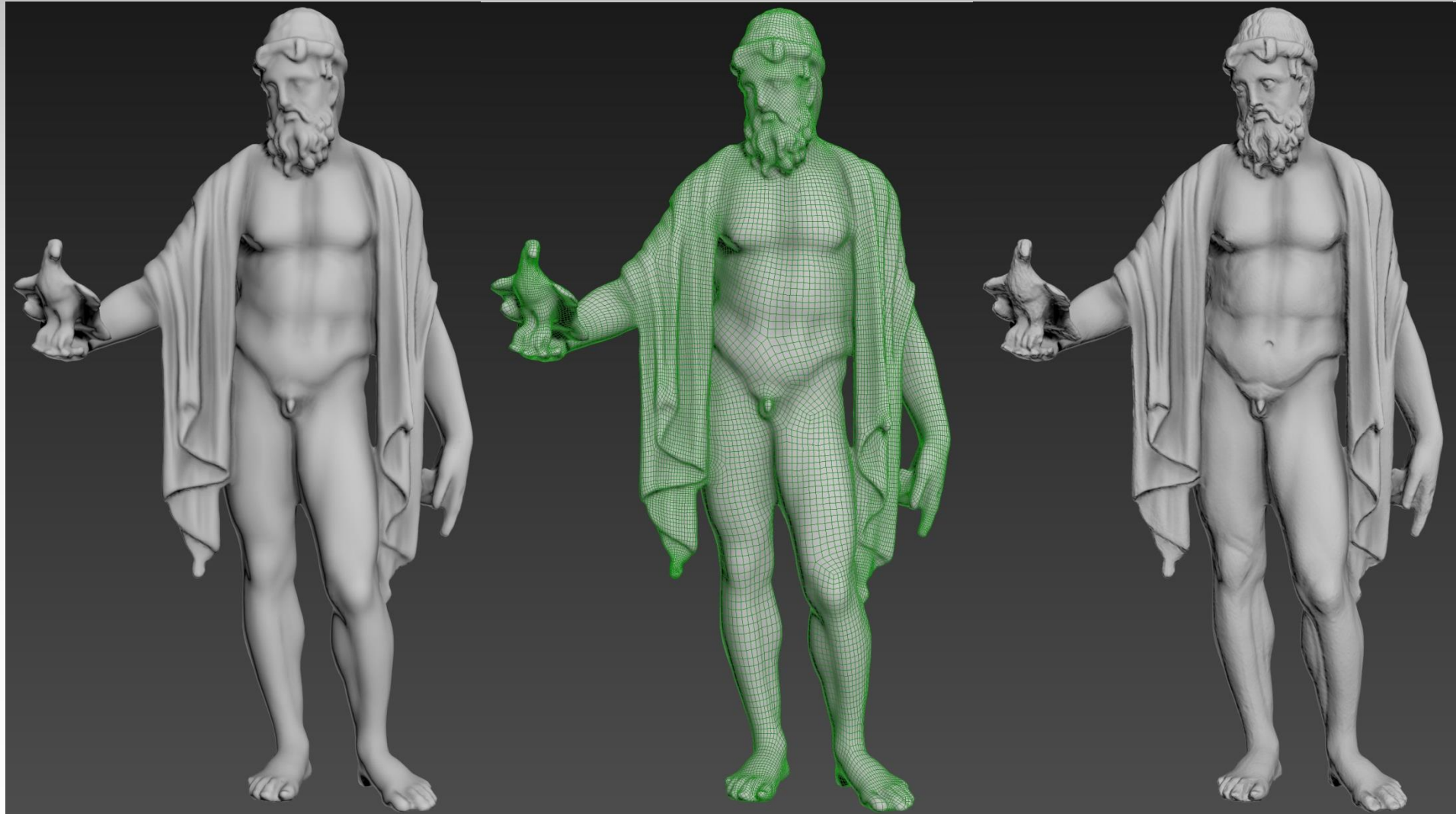


Niedrig aufgelöstes 3D model

low res, Gittermodell

Modell mit **Normal Map**

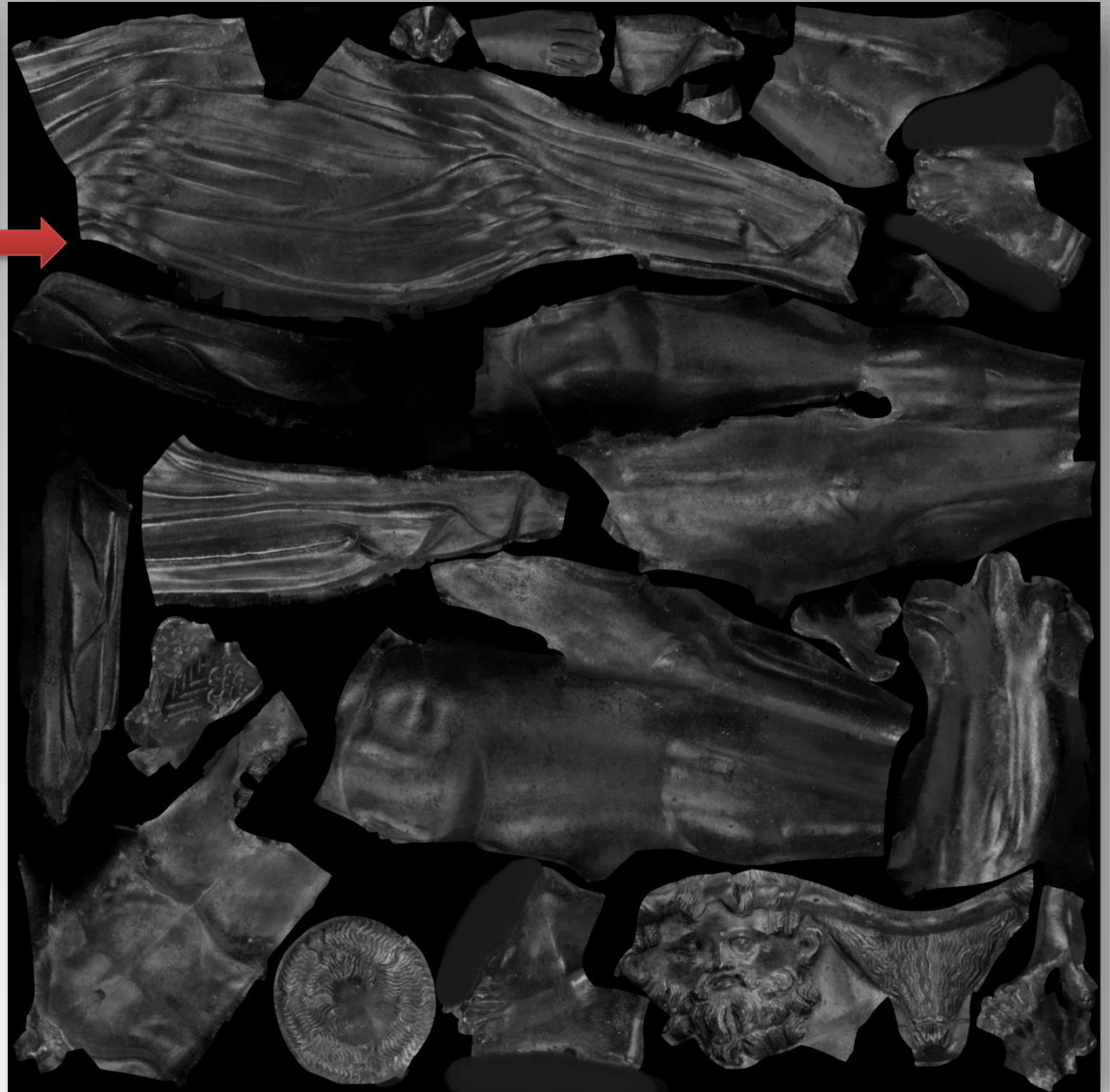
Beispiel : Verwendung von **Normal Maps**



Niedrig aufgelöstes 3D-Modell

Drahtgitteransicht

Modell mit **Normal Map**



Die **Specular Map** beeinflusst den Glanz auf dem 3D-Modell.

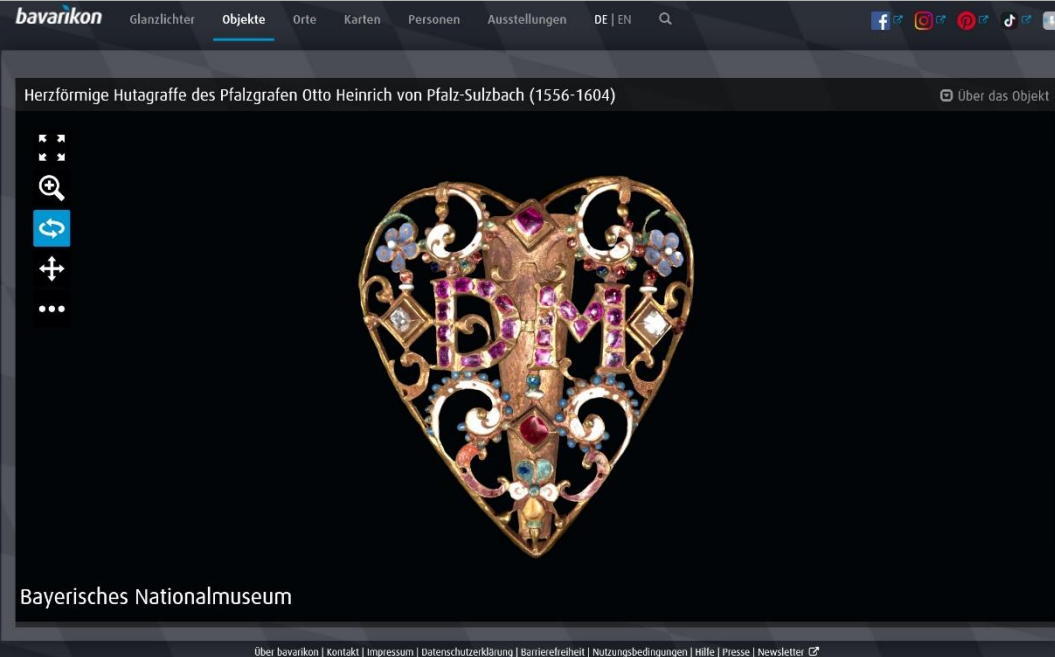
Es wird auf Grundlage der Farbtextur erstellt und ist ein Graustufenbild.



Auswirkung der [Specular Map](#) auf das 3D-Modell.








Das 3D-Modell der Hutagraffe online in [bavarikon](#) im von uns entwickelten 3D-Viewer.

bavarikon [Glanzlichter](#) **[Objekte](#)** [Orte](#) [Karten](#) [Personen](#) [Ausstellungen](#) [DE](#) | [EN](#)

[f](#) [i](#) [p](#) [t](#) [v](#)

Herzförmige Hutagraffe des Pfalzgrafen Otto Heinrich von Pfalz-Sulzbach (1556-1604) Über das Objekt



[↻](#) [🔍](#) [🔄](#) [📏](#) [⋮](#)

Bayerisches Nationalmuseum

<https://bavarikon.de/object/bav-BNM-DDD-0000083D00000125>

H Herzförmige Hutagraffe des Pfalzgrafen Otto Heinrich von Pfalz-Sulzbach (1556-1604)

E Erweiterte Beschreibung

Augsburg (?)
Süddeutschland

Z zwischen 1582 und 1604

Höhe: 5,25 cm, Breite: 4,6 cm, Tiefe: 1,1 cm, Gewicht: 20,73 g (gesamt) / Material: Gold, gegossen, gebogen; Rubine (23 Stück), Tafelschliff; Diamanten (2 Stück), Tafelschliff; Email (transluzid), Email (opak)

Agraffe
Otto Heinrich von Pfalz-Sulzbach (1556-1604)

H Renaissance-Schmuck aus der Lauinger Fürstengruft
Schmuck aus dem Sarg des Pfalzgrafen Otto Heinrich von Pfalz-Sulzbach (1556-1604)

Bayerisches Nationalmuseum

Bayerisches Nationalmuseum

Bayerisches Nationalmuseum - Inventarnummer: T 4177

Metadaten-Lizenz: [CC0](#)

Rechtedeklaration zum Digitalisat: [CC BY-NC-ND 4.0](#)

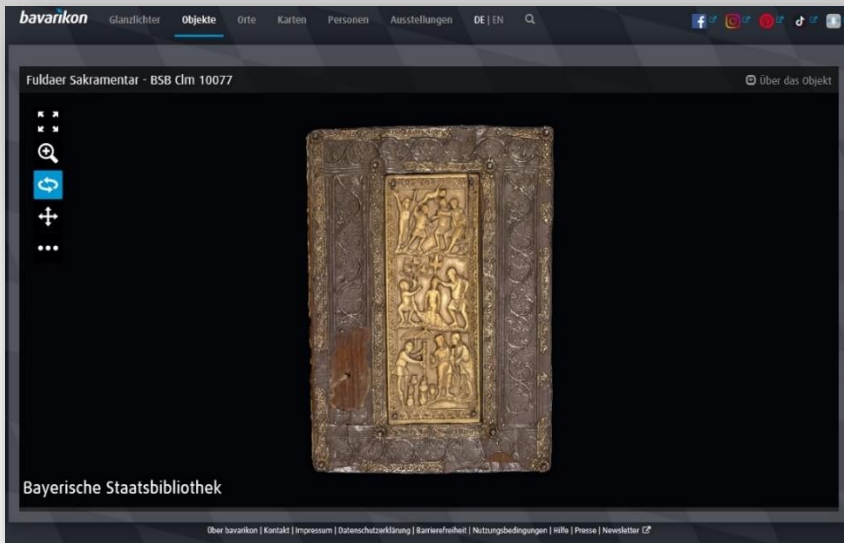
Herkunftsort: Lauingen (Donau), Stadtpfarrkirche St. Martin, Fürstengruft

Datum: 07.07.2022

[Über bavarikon](#) | [Kontakt](#) | [Impressum](#) | [Datenschutzerklärung](#) | [Barrierefreiheit](#) | [Nutzungsbedingungen](#) | [Hilfe](#) | [Presse](#) | [Newsletter](#)

Das fertige 3D-Modell mit Metadaten in [bavarikon](#).

Zukunft: neuer 3D-Viewer – unterschiedliches Rendering Texturanpassung für den neuen 3D-Viewer Smithsonian Voyager



Konvertierung von 3D-Modellen vom traditionellen Rendering zum physikalisch basierten Rendering (PBR) durch Texturanpassungen.

Physically Based Rendering (PBR)

Zwei unterschiedliche Implementierungen
in modernen Renderern:

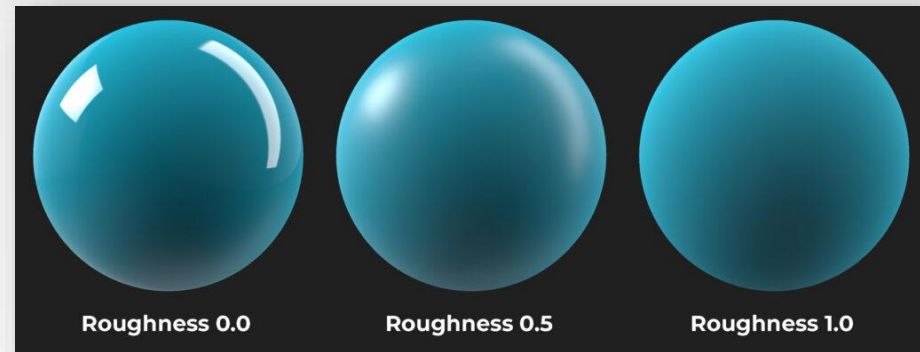
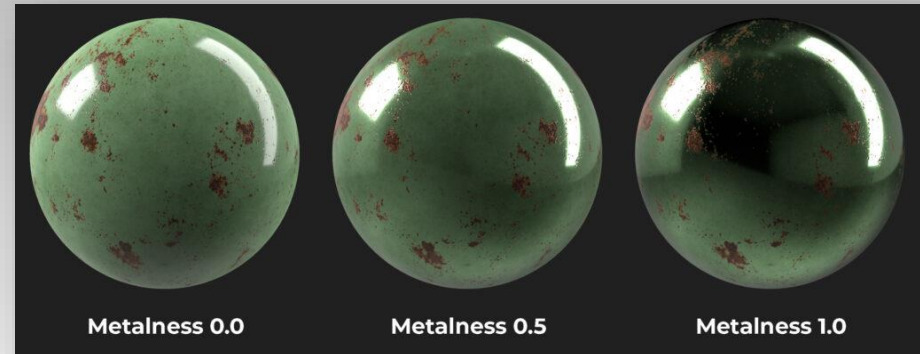
- **Metallic / Roughness**
- **Specular / Glossiness**

Die **Metallic / Roughness** Variante
besteht i.d.R. aus:

- Base Color Map
- Normal Map
- Metallic / Roughness Map
(texture packing: R = Metallic, G = Roughness)
- AO Map

optional:

- Opacity
- Emissive Map



Aus: <https://www.a23d.co/blog/different-maps-in-pbr-textures/>, Stand:
10.04.2023



Smithsonian Voyager: Möglichkeit **animierte Touren** zu erstellen.



Fuldaer Sakramentar - BSB Clm 10077



Beschreibung

Sowohl der Entstehungsort als auch die ursprüngliche Bestimmung dieses Sakramentars werden in der Forschung kontrovers beurteilt. Liturgie, Schrift und Kalender weisen auf Corvey hin, die Art der Buchmalerei aber auf Fulda. Möglicherweise wurde die Handschrift in Fulda für Corvey angefertigt. Die Prachthandschrift besitzt einen Goldschmiedeeinband mit karolingischen Elfenbeinplatten auf dem Vorder- und dem Rückdeckel. Die Reliefs stellen Szenen aus dem Leben Christi dar und werden der Hofschule Karls des Kahlen (823-877) zugeschrieben. Der Hauptschmuck des Sakramentars ist um den Messkanon konzentriert. Eine Besonderheit ist der "Initialbaum" auf der ersten Initialziersseite. Er besteht aus den vier untereinander stehenden Goldinitialen P(er omnia), D(ominus), S(ursum cordum) und G(ratias). Die folgenden Seiten sind mit figürlichen Darstellungen verziert. Gezeigt wird beispielsweise der thronende Christus in einer goldgründigen Mandorla. Zum Buchschmuck gehören auch 21 Initialen zu den Hauptfesten sowie eine Federzeichnung zu Pfingsten mit der Taube des Heiligen Geistes in einem Halbkreis zwischen zwei Engeln. Im Kalender am Ende der Handschrift stellen Federzeichnungen die Tierkreiszeichen und die Büsten der Gestirne Sol (Sonne) und Luna (Mond) in kleinen Medallions dar. Datum: 2016

Béatrice Hernad

