

# 3D-SCANTECHNOLOGIEN





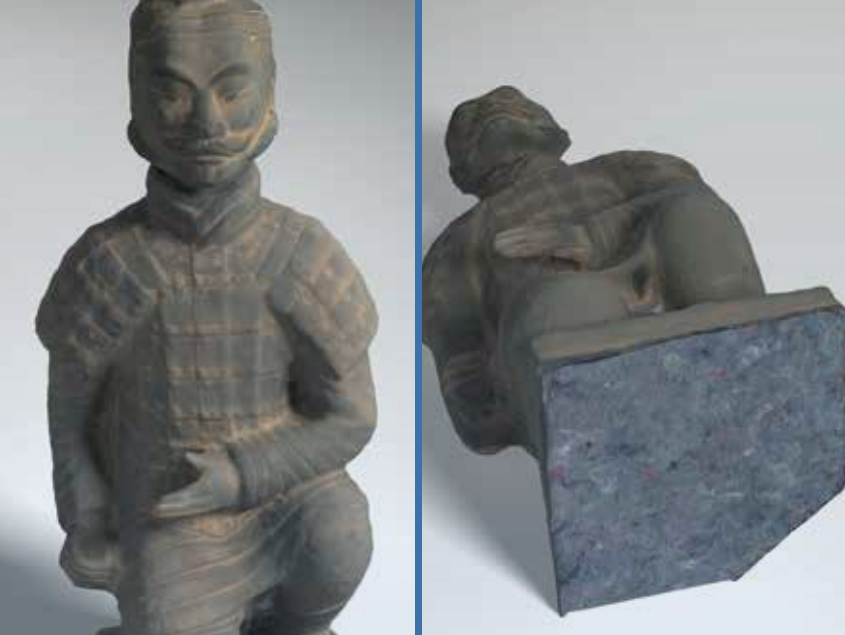


## Über den Stand der Technik hinaus

### Modernste 3D-Scantechnologien für die Digitalisierung von Kulturgütern

Der digitale Wandel eröffnet ganz neue Möglichkeiten, Kulturgut zu vermitteln, zu bewahren und mit ihm zu arbeiten. Ob digitale Archivierung, web-basierte Visualisierungen oder 3D-Druck – die Anwendungsgebiete sind vielfältig. Entscheidend für einen realistischen Eindruck ist dabei eine exakte 3D-Digitalisierung der Geometrie und der optischen Materialeigenschaften.

Die Abteilung »Digitalisierung von Kulturerbe« des Fraunhofer IGD entwickelt Technologien, mit denen Kulturgüter dokumentiert, annotiert und virtuell reproduziert werden können. Unser Fokus liegt dabei auf 3D-Scantechnologien, mit denen wir Objekte effizient erfassen. Unsere automatisierten Verfahren sind einfach zu bedienen und können die Kosten für 3D-Scans durch eine hohe Geschwindigkeit um ein Vielfaches verringern. Die Objekte werden dabei originalgetreu und in mikrometergenauer Qualität wiedergegeben. Den Stand der Technik erweitern wir dabei kontinuierlich.

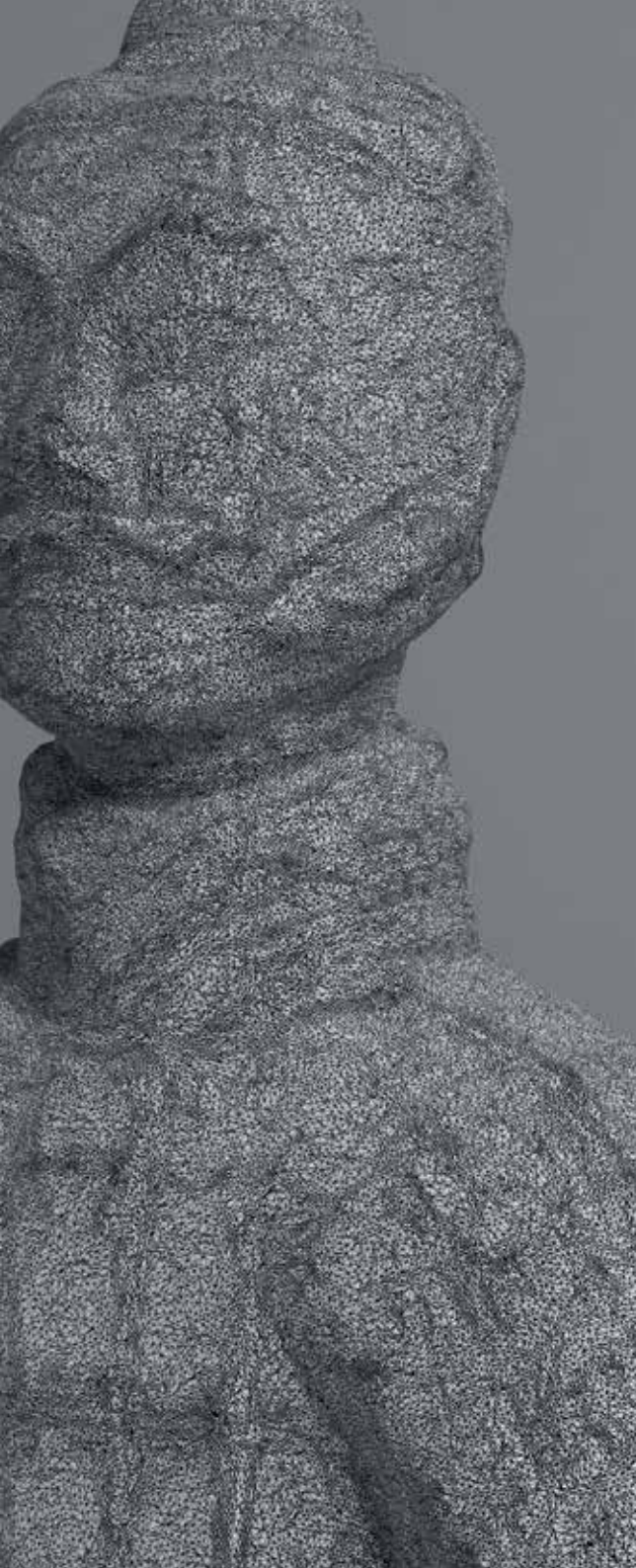


## CultLab3D

CultLab3D ist eine erweiterbare, modulare Digitalisierstraße, welche die neueste Generation autonomer Roboter sowie optische Scan-Technologien nutzt. Das System besteht aus zwei Scanstationen (CultArc3D, CultArm3D) die über ein Trägerscheiben-Fördersystem verbunden sind. Der gesamte Erfassungsvorgang der Geometrie und Textur eines Objekts beträgt im Schnitt weniger als zehn Minuten und erreicht eine Auflösung im Sub-Millimeter-Bereich.

### Anwendungen

CultLab3D ist momentan ausgelegt für die hochpräzise 3D-Erfassung von Objekten bis zu 50 kg und erreicht dabei einen hohen Durchsatz. Im industriellen Bereich lassen sich beispielsweise so Produktportfolios für den Online-Versandhandel in 3D digitalisieren.



### Besonderheit

- Hoher Durchsatz (10 min / Objekt)
- Vollautomatischer Scanprozess in 3D
- Photogrammetrie
- Erfassung des Objekts von allen Seiten (inkl. Unterseite)
- Farbkalibriert
- Erweiterbar um zusätzliche Scanmodule

### Technische Eigenschaften

#### Erfassungstyp

Geometrie, Textur und optische Materialeigenschaften

#### Ausstattung

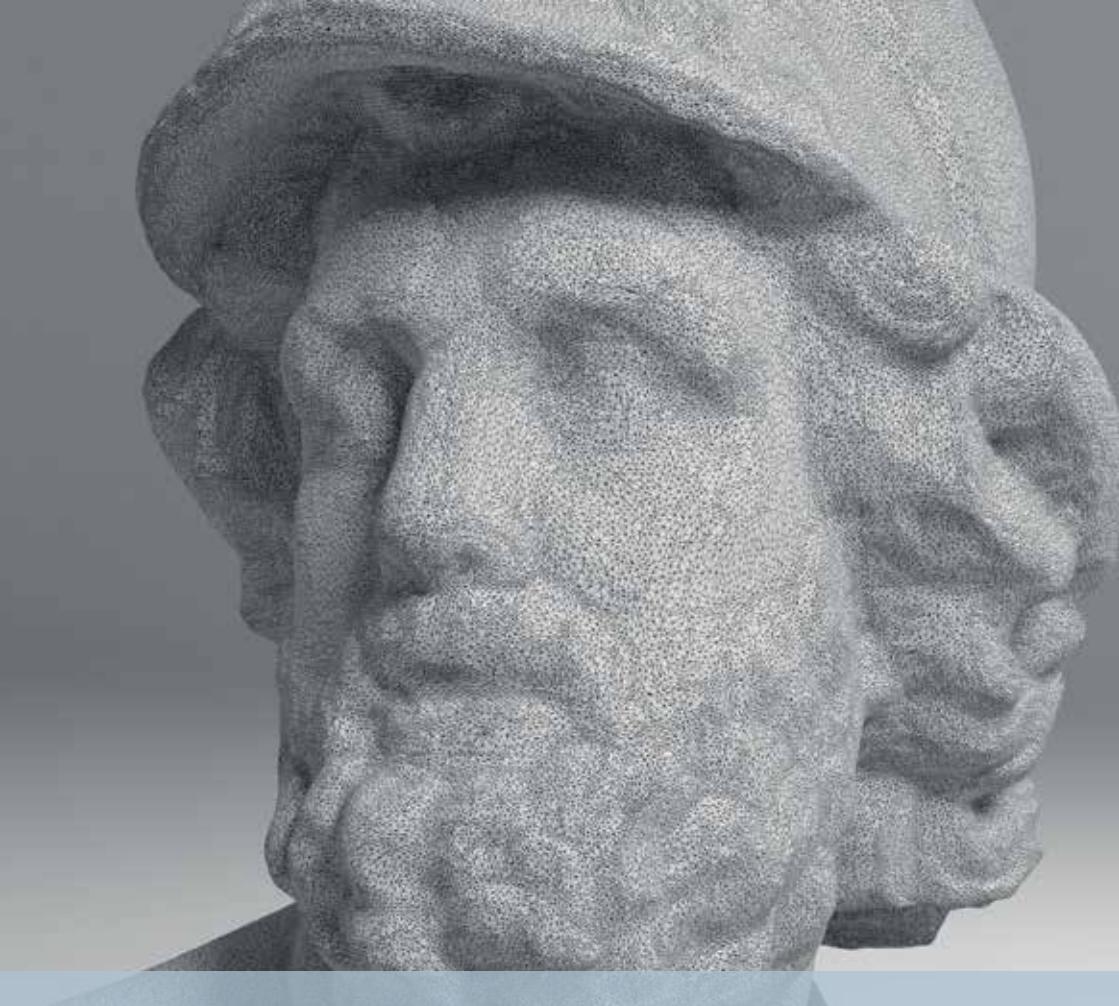
2 Scanstationen: CultArc3D und CultArm3D, 1 Förderband

#### Messvolumen

Zylindrisch, 60 cm Durchmesser x 60 cm Höhe

#### Auflösung

Bis zu 200 µm



### **Besonderheit**

- Geringe Scandauer von 3 Minuten
- Vollautomatischer Scanprozess
- 3D-Erfassung der Objekte von allen Seiten (inkl. Unterseite)
- Farbkalibriert
- Anbindung an die vollautomatische Digitalisierungsstraße CultLab3D des Fraunhofer IGD möglich

### **Technische Eigenschaften**

#### **Erfassungstyp**

Geometrie, Textur und optische Materialeigenschaften

#### **Ausstattung**

18 Farb-Kameras 10 MP (9 beweglich, 9 statisch von unten), 9 ringförmige Tageslichtquellen und Beleuchtung von unten

#### **Messvolumen**

Zylindrisch, 60 cm Durchmesser x 60 cm Höhe

#### **Auflösung**

Bis zu 200 µm



## CultArc3D

Der 3D-Scanner CultArc3D erfasst Geometrie, Textur und optische Materialeigenschaften von Gegenständen durch bildbasierte Verfahren. Er besteht aus zwei Aluminiumbögen mit daran befestigten Kameras und Lichtquellen. Dadurch wird das Objekt von allen Seiten in 3D gescannt. Für die Materialeigenschaften wird so jede Kombination aus Lichteinfall und Kameraperspektive erfasst. Eine transparente Trägerscheibe ermöglicht die Aufnahme der Unterseite von Gegenständen. Die Scandauer liegt bei nur drei Minuten pro Objekt für die Erfassung von Geometrie und Textur.

### Anwendungen

Der CultArc3D erfasst Objekte mit einem Maximalgewicht von 50 kg. Sehr lange Gegenstände können schrittweise bis zu einer Höhe und Breite von 60 cm erfasst werden.



## CultArm3D

Der 3D-Scanner CultArm3D besteht wahlweise aus einer Kamera oder einem Streifenlichtscanner, welcher an einem Leichtbau-Roboterarm befestigt ist. Er kann Geometrie und Textur von 3D-Artefakten auf einem Drehteller vollautomatisch digitalisieren und ist sowohl unabhängig als auch zusammen mit dem CultArc3D des Fraunhofer IGD einsetzbar. Mit ihm im Verbund dient der CultArm3D zur Auflösung von noch vorhandenen Löchern, Hinterschneidungen oder geometrisch komplexen Stellen des Objektes.

### Anwendungen

Der CultArm3D erfasst Objekte mit einem Maximalgewicht von 50 kg.







### Besonderheit

- Leichtgewichtiger, nachgiebiger Roboterarm
- Autonome »Next-Best-View«-Scanplanung
- Photogrammetrie oder strukturiertes Licht
- Farbkalibriert
- Anbindung an die vollautomatische Digitalisierstraße CultLab3D des Fraunhofer IGD möglich

### Technische Eigenschaften

#### Erfassungstyp

Geometrie und Textur

#### Ausstattung

1 Farb-Kamera 18 MP (optional 1 Scanner mit strukturiertem Licht),  
1 Ringförmige Tageslichtquelle,  
2 Softboxen für diffuse Beleuchtung

#### Messvolumen

Zylindrisch, 60 cm Durchmesser x 60 cm Höhe

#### Auflösung

Bis zu 200  $\mu\text{m}$  (Photogrammetrie)  
oder bis zu 50  $\mu\text{m}$  (strukturiertes Licht)



## Besonderheit

- Schnelle Erfassung von Geometrie und Textur kombinierbar mit automatischer Scanplanung
- Sofortiges visuelles Feedback und Endbearbeitung des 3D-Modells
- Iterative und automatische Registrierung und Verfeinerung
- Farbkalibriert
- Keine Nachbearbeitung oder zusätzliche Bearbeitungszeit

## Technische Eigenschaften

### Erfassungstyp

Geometrie und Texturerfassung in Echtzeit

### Ausstattung

1 Monochrom-Kamera für Geometrie,  
1 Farb-Kamera für Textur,  
2 Hochleistungs-LED-Musterprojektoren

### Messvolumen

25 cm x 25 cm x 20 cm (bei 60 Hz)

### Auflösung

30  $\mu\text{m}$  laterale Auflösung (flexibel)  
300  $\mu\text{m}$  Tiefenauflösung (aufrüstbar,  
abhängig von Kamera und Auflösung  
des Projektors)





## Real-Time Structured-Light Scanner

Der Real-Time Structured-Light Scanner erfasst innerhalb kürzester Zeit Geometrie und Textur in 3D. Er besteht aus zwei Hochleistungs-LED-Projektoren und zwei Kameras, einer Monochrom- und einer Farbkamera. Aufbau und Selbstkalibrierung können schnell und mobil erfolgen. Aufgrund seines kompakten Designs kann er an einem Leichtbau-Roboterarm montiert arbeiten oder als Hand-Scanner eingesetzt werden. Während des Scanprozesses bekommt der Nutzer ein sofortiges und intuitives Feedback über die Qualität und Vollständigkeit des 3D-Modells. Für den autonomen Scanprozess fließen die inkrementell aufgenommenen 3D-Daten einer neuartigen reaktiven Ansichtenplanung zu. Robotarm und Scanner werden so gezielt an Stellen geführt, zu denen noch nicht ausreichende Scandaten vorliegen. So werden Lücken automatisch geschlossen und die gewünschte Qualität erreicht.

### Anwendungen

Der Real-Time Structured-Light Scanner erfasst Objekte beliebiger Größe.

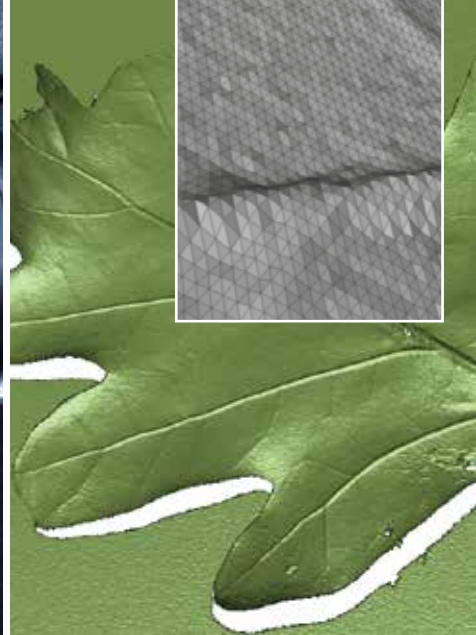


## Meso-Scanner V1

Der Meso-Scanner nimmt dreidimensionale Objekte in hoher Auflösung auf. Er projiziert dazu ein feines Streifenlichtmuster auf ihre Oberfläche. Über ein patentiertes mechanisches Lens-Shifting Verfahren wird dieses Muster analog in diskreten Schritten im Sub-Pixel Bereich über die Objekt Oberfläche verschoben. Die Tiefenauflösung ist dadurch zwei- bis dreimal höher als ohne Lens-Shifting.

### Anwendungen

Der Meso-Scanner V1 erfasst flache Objekte mit einer Höhe von bis zu 3 cm (z.B. Münzen, Siegel) und mit einem maximalen Scanbereich von 12 cm x 8 cm.



### Besonderheit

- Lens-Shifted strukturiertes Licht (Linearantrieb) für hohe Tiefen-Auflösung (bis zu 2.048 Schritte)
- Erfasst sehr feine Oberflächendetails
- Farbkalibriert
- Auflösung auch besonders glatter Oberflächen-Gradienten

### Technische Eigenschaften

#### Erfassungstyp

Geometrie und Textur  
(meso = zwischen mikro und makro)

#### Ausstattung

1 Farb-Kamera 12MP,  
1 Projektor (SVGA)

#### Messvolumen

120 mm x 80 mm x 50 mm

#### Auflösung

55  $\mu\text{m}$  laterale Auflösung  
20  $\mu\text{m}$  Tiefenauflösung



## Besonderheit

- Lens-Shifted strukturiertes Licht (Linearantrieb), höhere Auflösung als Meso-Scanner V1 (10.000 Einzelschritte)
- 2 Kameras für bessere Erfassung von schwierigen Materialien (glänzend, reflektierend)
- Auflösung feiner Oberflächendetails, insbesondere sehr glatter Oberflächengradienten
- Farbkalibriert
- Anbindung an die vollautomatische Digitalisierstraße CultLab3D des Fraunhofer IGD möglich

## Technische Eigenschaften

### Erfassungstyp

Geometrie und Textur  
(meso = zwischen mikro und makro)

### Ausstattung

2 Farb-Kameras 25MP,  
1 Full-HD Projektor,  
Optional: Kreuztisch zur automatischen Erfassung,  
größerer Messbereiche

### Messvolumen

160 mm x 140 mm x 50 mm [L x B x H]

### Auflösung

32  $\mu\text{m}$  laterale Auflösung  
15  $\mu\text{m}$  Tiefenauflösung



## Meso-Scanner V2

Der Meso-Scanner V2 erlaubt die Digitalisierung von Objekten in 3D in noch höherer Tiefen- und lateraler Auflösung. Dazu wird ein feines Streifenlichtmuster auf die Objektoberfläche projiziert. Dank eines patentierten, mechanischen Lens-Shifting-Verfahrens ist die Tiefengenauigkeit um ein Vielfaches höher als ohne. Die weiterentwickelte Version bietet eine höhere Robustheit gegen Reflexionen. Damit ist sie besonders geeignet, spiegelnde und reflektierende Oberflächen zu erfassen. Die Scanzeit konnte gegenüber der ersten Version auf rund 5 Minuten reduziert werden. Ebenso neu ist die Möglichkeit, über einen verfahrbaren Kreuztisch den Messbereich zu erweitern.

### Anwendungen

Der Meso-Scanner V2 erfasst flache Objekte mit einer Höhe von bis zu 5 cm und einer maximalen Fläche von 16 cm x 14 cm.



## HDR-ABTF-Scanner

Der HDR-ABTF-Scanner nimmt die optischen Materialeigenschaften von Objekten (u.a. Textilien, Leder) schneller, einfacher und präziser als herkömmliche Scanner auf. Dabei werden die Oberflächen von unterschiedlichen Richtungen beleuchtet. Der Scanner erfasst die Textur und Licht-Oberflächen-Interaktion von beliebigen Materialien in verschiedenen Beleuchtungssituationen durch eine approximative bidirektionale Texturfunktion (Approximate Bidirectional Texturing Function, kurz ABTF). Dazu erlaubt eine Belichtungsreihe pro Einfallsrichtung die Wiedergabe der Objekt Oberfläche in hohem Dynamikumfang (High Dynamic Range, kurz HDR). Nutzer können das gescannte Material in realistischen 3D-Visualisierungen anwenden, beispielsweise im Rahmen eines Designprozesses.

### Anwendungen

Der HDR-ABTF-Scanner erfasst das materialspezifische optische Verhalten der Oberfläche kleinerer Objekte (z.B. isotrope Materialproben) mit Maßen von bis zu 15 cm x 15 cm. Der 3D-Scanner kann auf Objekte mit bis zu 10 cm Höhe angepasst werden.





### Besonderheit

- Materialverhalten von flachen Materialien
- Glänzende und spiegelnde Materialien
- Datenausgabe für schnelle Visualisierung in Echtzeit
- Wiedergabe von räumlich variierendem Licht, abhängig von Materialeffekten
- Farbkalibriert
- Kompatibel mit der »Unity3D Spiele-Plattform«

### Technische Eigenschaften

#### Erfassungstyp

Optische Materialeigenschaften

#### Ausstattung

1 Farb-Kamera 25 MP,  
20 Lichtquellen,  
1 Drehteller

#### Messvolumen

15 cm x 15 cm (einstellbar für Objekte mit bis zu 10 cm Höhe)

#### Auflösung

30  $\mu$ m laterale Auflösung





**Fraunhofer-Institut für  
Graphische Datenverarbeitung IGD**

Fraunhoferstr. 5  
64283 Darmstadt

**KONTAKT:**

Pedro Santos  
Abteilungsleiter Digitalisierung von Kulturerbe  
Tel +49 6151 155-472  
pedro.santos@igd.fraunhofer.de

<https://fh-igd.de/CHD>



Titelbild: Scan einer Replik der Büste der Nofretete mit der Scanstraße CultLab3D  
© 3D-Modell CHD, Fraunhofer IGD.

S. 8-9: Franz Xaver Messerschmidt (1736-1783), Büste eines bärtigen, alten  
Mannes, um 1770-72, Liebieghaus Skulpturensammlung, Frankfurt am Main  
© 3D-Modell CHD, Fraunhofer IGD.

S. 18: Scan des Schädels einer Fränkischen Frau aus Bensheim, ca. 550 n. Chr.,  
Museum Bensheim © 3D-Modell CHD, Fraunhofer IGD  
sowie Scan einer Replik der Fara Tafel auf der Scanstraße CultLab3D  
© 3D-Modell CHD, Fraunhofer IGD.



V02-17-01