

Gliederung des Kolloquiums:

1. Vorstellung der Aufgabe
2. Präsentation des Prozesses
3. Konstruktion des 3D-Scanners
4. Zusammenfassung und Ausblick

1. Vorstellung der Aufgabe

Reverse Engineering – Aus Industrie und Forschung nicht mehr wegzudenken

Was ist Reverse Engineering?

Der Begriff Reverse Engineering (engl., umgekehrt entwickeln → rekonstruieren) beschreibt den Vorgang, ein existierendes Produkt zu reproduzieren „*ohne den Einsatz von technischen Zeichnungen, Dokumentationen oder Computer-Modellen*“ [1].

Einige Gründe für den Einsatz in der Industrie:

- Digitalisieren von händisch erstellten Produkten (Designobjekte)
- Wiederherstellung von CAD-Daten bei Verlust der Originale
- Automatische Qualitätskontrolle in der Serienproduktion

1. Vorstellung der Aufgabe

Aufgabenstellung aus der Projektbeschreibung:

- Überblick über das Reverse Engineering schaffen
 - Stand der Technik
 - Anwendungsbereiche
- Entwicklung und Bau eines 3D-Scanners
 - Einfach und Kostengünstig

Gliederung des Kolloquiums:

1. Vorstellung der Aufgabe
2. Präsentation des Prozesses
3. Konstruktion des 3D-Scanners
4. Zusammenfassung und Ausblick

2. Präsentation des Prozesses

Phasen des Reverse Engineering:

- 1) Scannen: Das Objekt wird dreidimensional abgebildet
- 2) Bilden der Punktwolke / Flächenrückführung
- 3) Anwendungsspezifische Bearbeitung

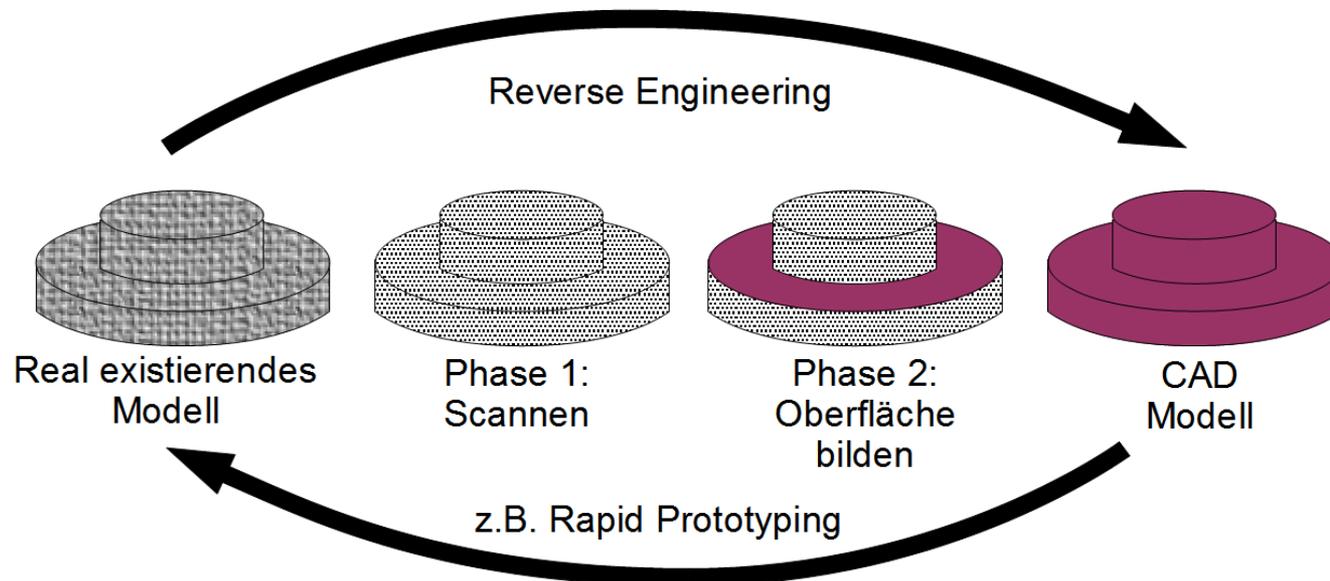


Abbildung 1: Übersicht über den Prozess des Reverse Engineering

2. Präsentation des Prozesses

Phase 1: Scannen

Unterscheidung in berührende und nicht-berührende Verfahren:

Taktile Messung, ein Tastkopf berührt das Messobjekt:

- Sehr hohe Genauigkeit der gemessenen Koordinaten, bis zu $1\ \mu\text{m}$
- Benötigt mehr Zeit als bei andere Verfahren
- Durch die Feinmechanik sehr kostenintensive Geräte

→ Vortrag „Taktile Messverfahren“



Abbildung 2: MICROSCRIBE 3D, handgeführter taktile Scanner [2]

Phase 1: Scannen

Kontaktlose Scanner, optische, akustische oder elektromagnetische Abtastung:

- Hohe Messgeschwindigkeit und Genauigkeit
- Geräte sind oft für den mobilen Einsatz geeignet
- Probleme bei der Abtastung von transparenten oder spiegelnden Oberflächen

→ **Vorträge „Optische Messverfahren“**

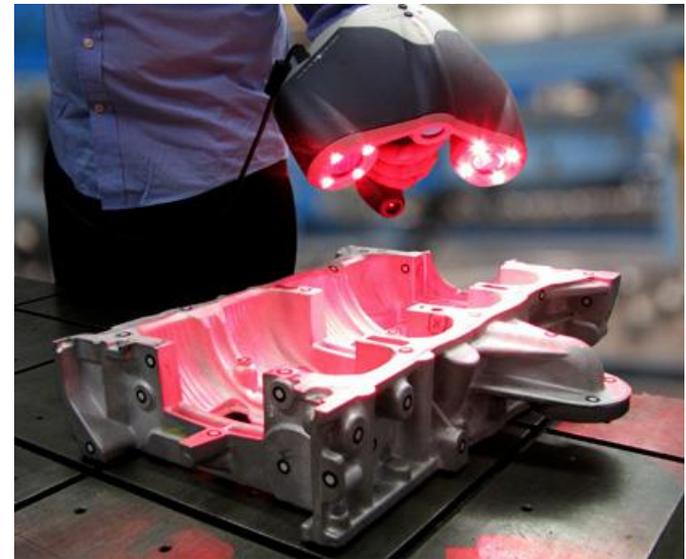


Abbildung 3: creaform Handyscan, handgeführter Laserscanner [3]

2. Präsentation des Prozesses

Phase 2: Bilden der Punktwolke / Flächenrückführung

Die beim Scannen aufgenommenen Punkte (sehr viele, beschrieben durch absolute Koordinaten) müssen für die weitere Verarbeitung vereinfacht werden:

- Verbinden von mehreren Punkten zu Polygonen, meistens zu vielen kleinen Dreiecken
- Weitere Vereinfachung zu vektoriell beschriebenen Kurven, sogenannte *non-uniform rational B-Splines (NURBS)*

→ Vortrag „Flächenrückführung“

Ziel: Das Objekt soll mit möglichst wenigen Daten genau beschrieben werden können.

2. Präsentation des Prozesses

Phase 3: Anwendungsspezifische Bearbeitung

Je nach gewünschter Verwendung werden die Daten weiterverarbeitet (Beispiele):

- Skalieren, Nacharbeit des 3D-Modells im CAD Programm
- Ableiten einer 2D-Zeichnung für die konventionelle Fertigung
- Erzeugen eines Datensatzes zur Ansteuerung von Rapid Prototyping Maschinen
- Zuführen des Modells in eine Strömungsanalyse
- Soll-Ist-Vergleich mit einem CAD-Modell in der Qualitätssicherung

→ Vortrag „Qualitätssicherung“

Gliederung des Kolloquiums:

1. Vorstellung der Aufgabe
2. Präsentation des Prozesses
3. Konstruktion des 3D-Scanners
4. Zusammenfassung und Ausblick

3. Konstruktion des 3D-Scanners

Anforderungen an den Scanner:

- Einfacher und günstiger Aufbau
- Skalierbare Größe, der Scanner kann auch für größere Objekte gebaut werden
- Teil- oder Vollautomatischer Scanvorgang
- Exportmöglichkeit der erzeugten Daten in bekannte Dateiformate
→ Durch den hohen Programmieraufwand wird die fertige Software „DAVID“ [4] verwendet

3. Konstruktion des 3D-Scanners

Konzeptphase – morphologischer Kasten

Tabelle 1: Morphologischer Kasten zum 3D-Laserscanner

Parameter	Ausprägung			
Scannerart	Taktil	optisch, Steifen	optisch, Laser	
Taster-/Lichtquellenart	Tastkopf (Kugel)	Linienlaser	Punktlaser	Streifenlichtbild
Anzahl Lichtquellen	1	2 oder mehr		
Position Lichtquelle	fest	Beweglich auf einer Achse, Rotation	Beweglich auf einem Schlitten, Translation	Beweglich auf einem Schlitten, Rotation und Translation
Position Kamera	fest	Beweglich, Rotation	Beweglich, Translation	Beweglich, Rotation und Translation
Position Messobjekt	Auf fester Unterlage, muss von Hand bewegt werden	Auf drehbarer Scheibe, wird von Hand gedreht	Auf drehbarer Scheibe, motorisch gedreht (festgelegte Drehwinkel)	Auf drehbarer Scheibe, motorisch gedreht (kontinuierliche Drehung)
Antrieb der Achsen	Gleichstrommotor	Schrittmotor	Linearmotor	
Steuerung der Motoren	Automatisch vom Computer	Teilautomatisch durch einen Mikrocontroller		

Weitere benötigte Komponenten:

- Laserdiode mit Linienoptik
- Kamera mit Anschluss an einen Computer
- Messkammer mit Referenzflächen

3. Konstruktion des 3D-Scanners

Konzeptphase – Ablaufplan

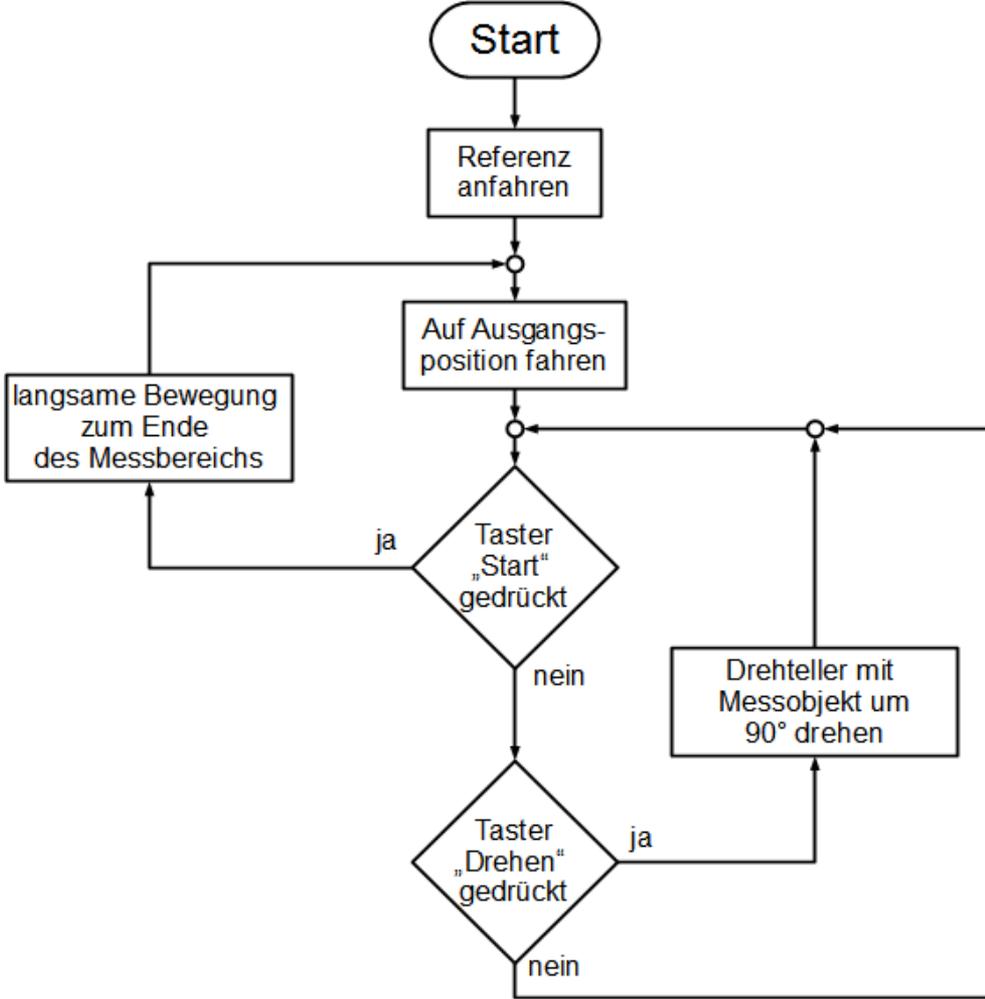


Abbildung 4: Prozessablauf

3. Konstruktion des 3D-Scanners

Konzeptphase – Schematischer Aufbau

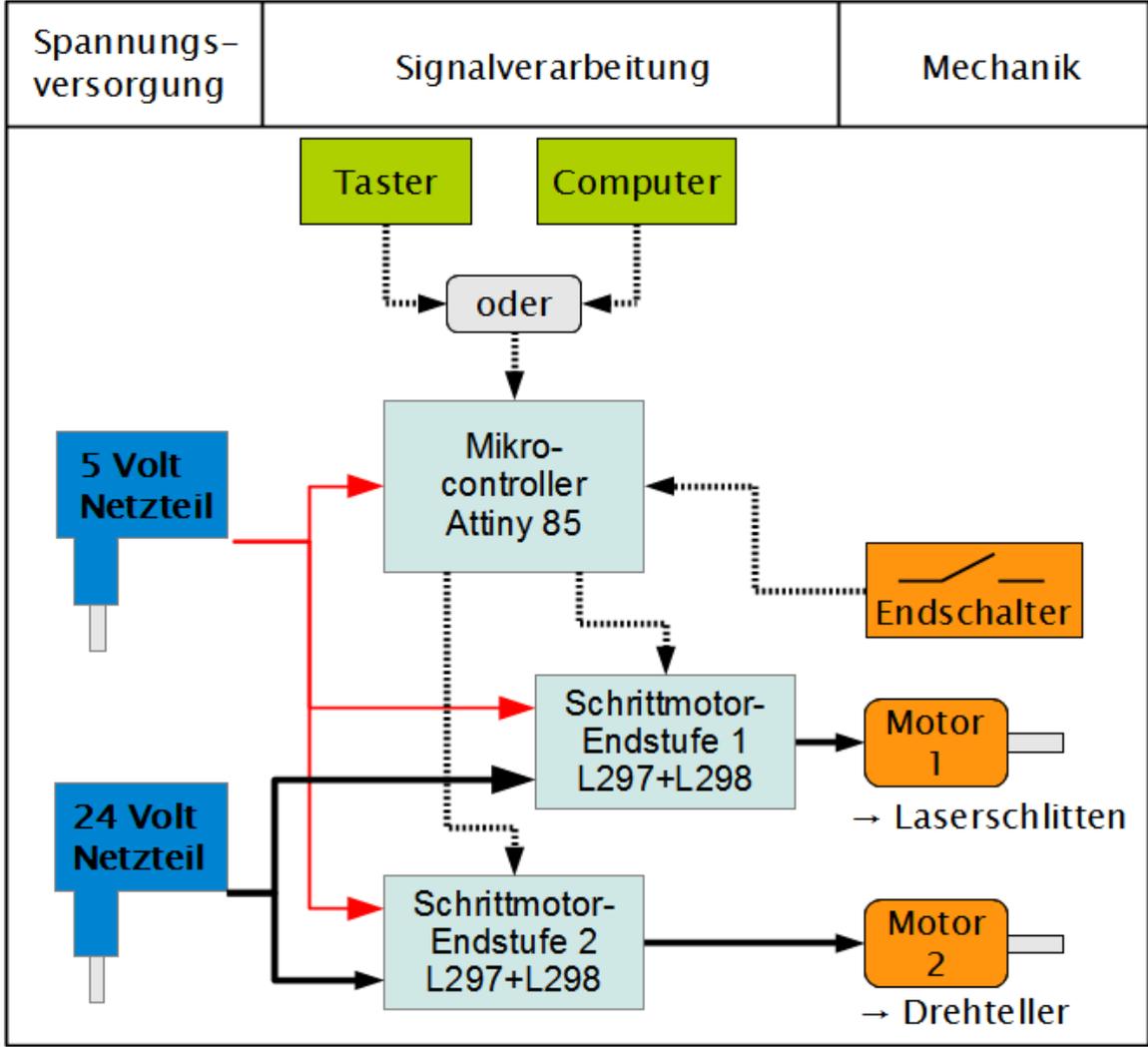


Abbildung 5: Energie- und Signalverlauf der Motorsteuerung

3. Konstruktion des 3D-Scanners

Konzeptphase – 3D-CAD-Entwurf

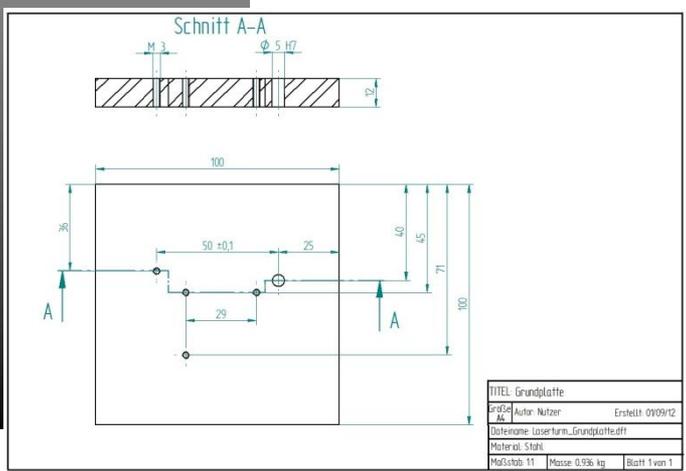
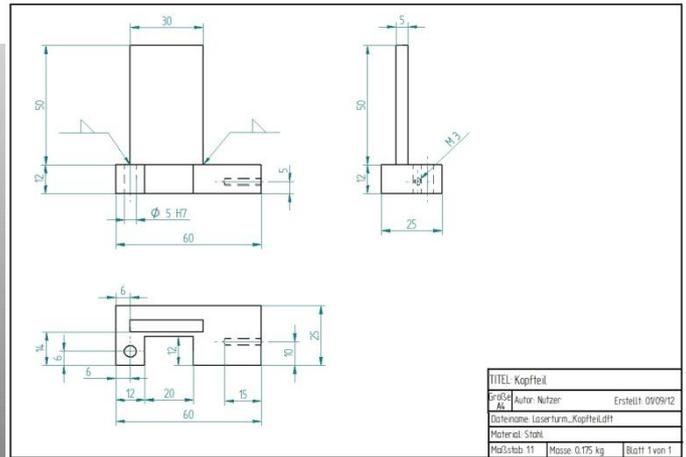
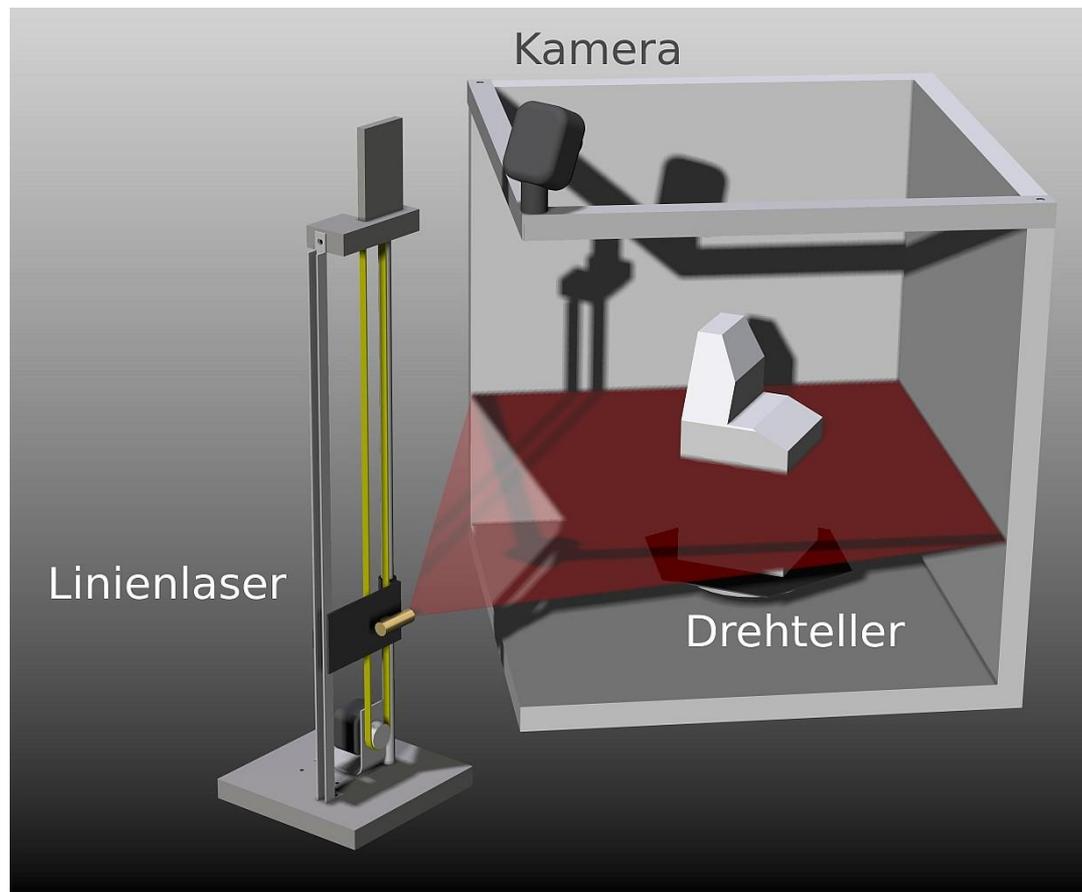


Abbildung 6: Entwurf des 3D-Scanners

3. Konstruktion des 3D-Scanners

3D-Scanner im Einsatz

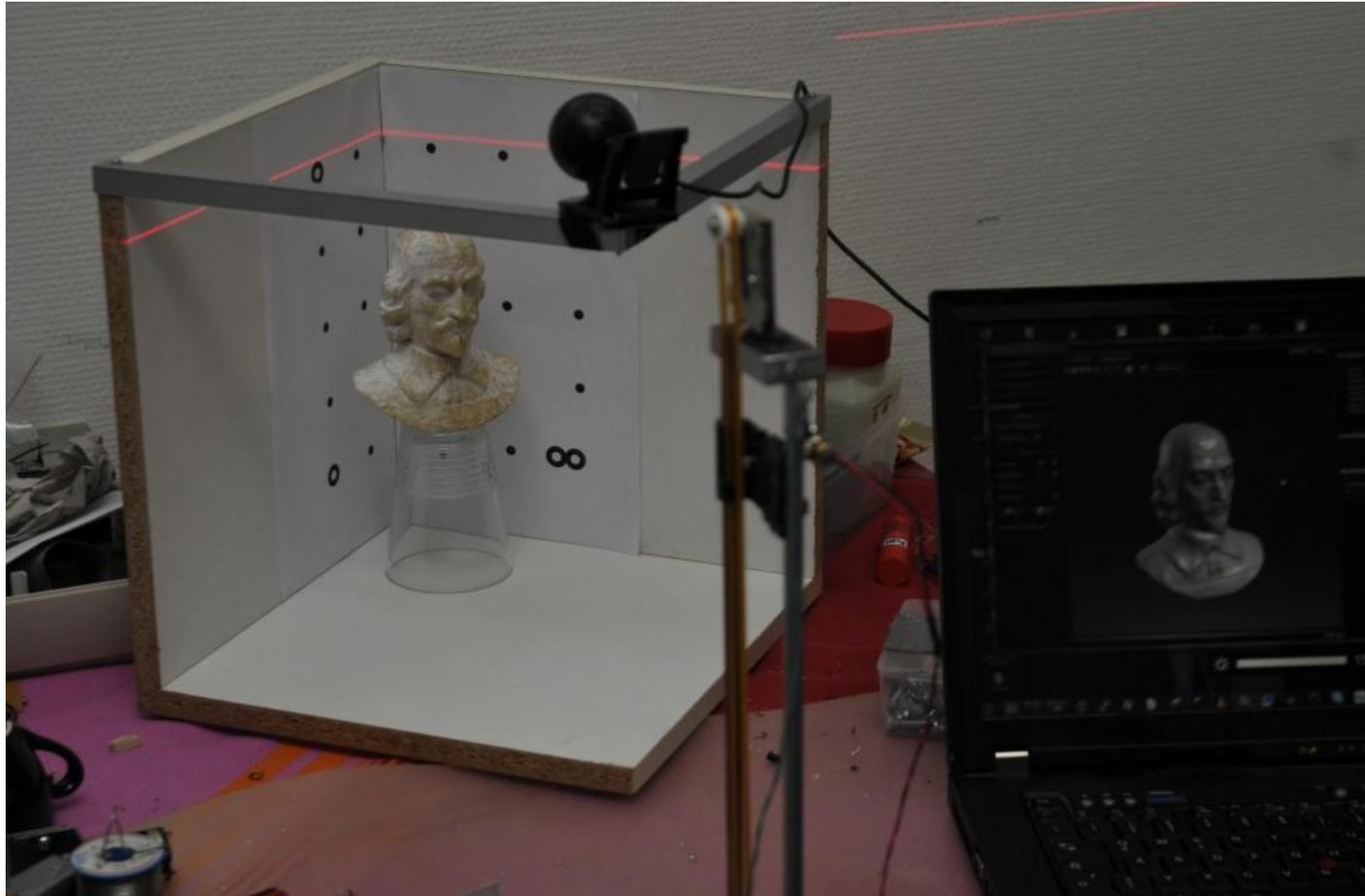


Abbildung 7: Der fertiggestellte Prototyp

Gliederung des Kolloquiums:

1. Vorstellung der Aufgabe
2. Präsentation des Prozesses
3. Konstruktion des 3D-Scanners
4. Zusammenfassung und Ausblick

4. Zusammenfassung und Ausblick

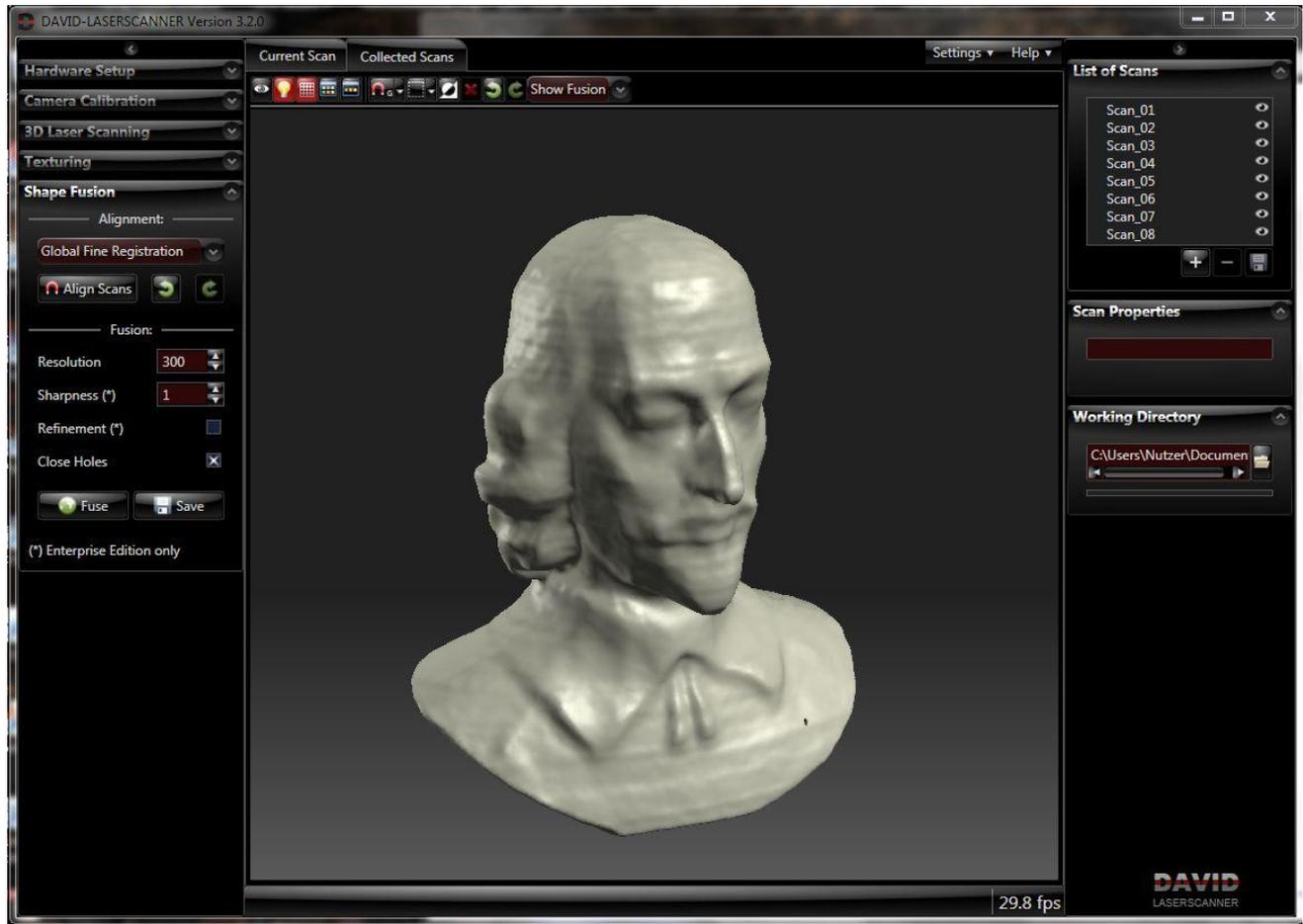


Abbildung 8: 3D-Scan einer Büste (Höhe ca. 125mm)

4. Zusammenfassung und Ausblick

Gewonnene Erkenntnisse/ Ausblick:

- Auch mit sehr geringem Materialeinsatz kann eine erstaunlich hohe Auflösung erreicht werden
- Ein gleichmäßiger und präziser Antrieb des Schlitten ist für wiederholbare und genaue Messungen unerlässlich
- Die Scanqualität lässt sich durch eine hochauflösende Kamera und einen fein fokussierbaren Laser weiter steigern
- Die Ansteuerung der Motoren könnte durch die Scansoftware automatisiert werden