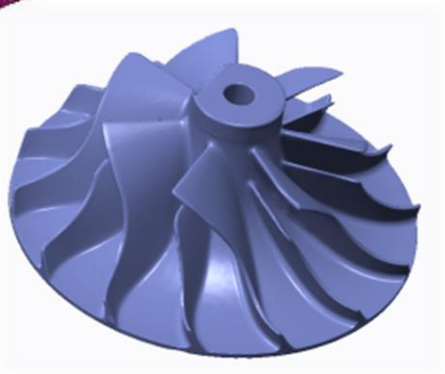
„Kfz-Ersatzteile aus dem 3D-Drucker?“

4. asp Werkstattkongress am 01.09.2015 in Bad Nauheim
Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper



© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Agenda

1 Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

2 3D-Druck Techniktrends

3 Ersatzteile ohne Teilenummer

4 Anwendungsbeispiele

5 Kosten und Kundennutzen

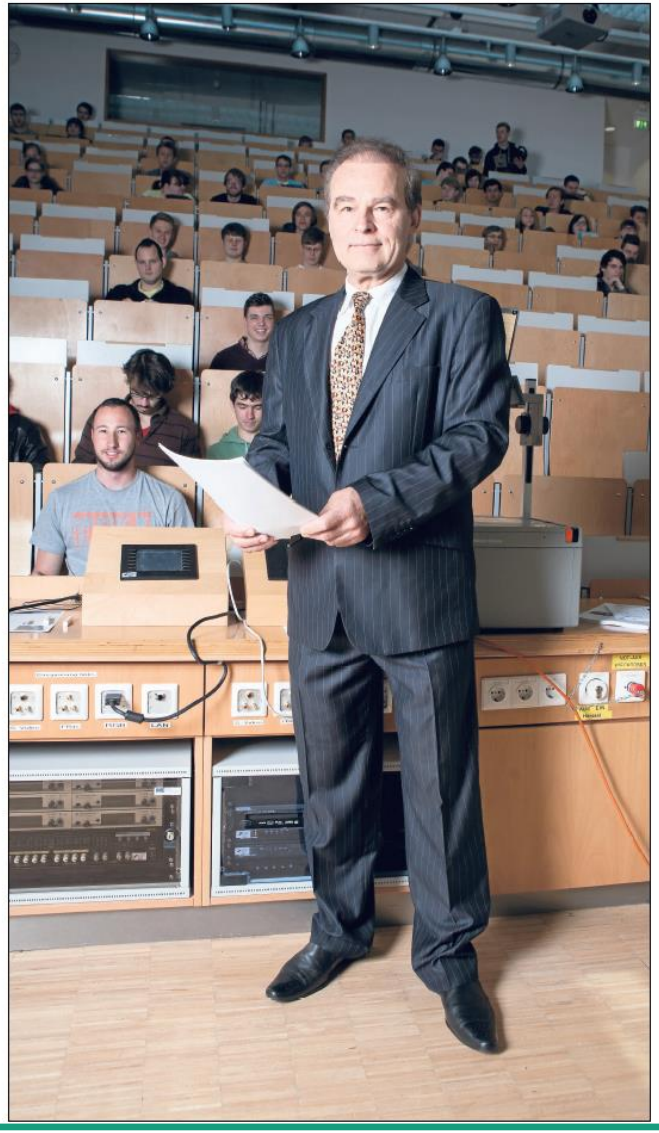
6 Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

Professor und Schrauber



ICH UND ICH:
ROLF STEINHILPER,
Ingenieur und
Oldtimersammler

Professor und Schrauber

Wer bin ich?
Mein Name ist Rolf Steinhilper. Ich bin glücklicher Junggeselle, kann mir aber durchaus vorstellen, noch eine Familie zu gründen. Ich wohne mitten in Bayreuth.

Was bedeutet mir das eine?
Als Professor in den Ingenieurwissenschaften ist man nah dran an der Zukunft. In den Vorlesungen bereitet man junge Menschen auf den Beruf vor – und in den Laboren entwickelt man die Technik für morgen. Ich zehre von dem Erfahrungsschatz, den ich nach meinem Maschinenbaustudium ab 1978 an einem international führenden Fraunhofer-Institut und bei der Arbeit in der ganzen Welt gesammelt habe. Seit den 80er Jahren habe ich als einer der Pioniere auch Recycling-Lösungen für die Industrie entwickelt. Daher hat mich die Universität Bayreuth 2001 als Professor für Umweltgerechte Produktionstechnik geholt. Gemeinsam mit Fraunhofer arbeiten wir jetzt auf dem Campus an unserer Vision „Regenerative Industrieproduktion" – nach den Vorbildern der regenerativen Stromerzeugung. Das interessiert die Menschen von Seattle bis Sydney – ich habe in meiner Zeit hier schon drei Millionen Flugmeilen gesammelt.

Was bedeutet mir das andere?
Statt in höheren Sphären der Wissenschaft arbeite ich sehr gern auf dem rauen Boden der Werkstatt. Mit dem Reparieren von Autos habe ich schon mein Studium finanziert. Inzwischen repariere ich meine Oldtimersammlung. Meistens kann ich aber einfach einsteigen und losfahren – und das tut gut: Da die Sammlung nur aus Fahrzeugtypen besteht, die ich als Student und junger Ingenieur selbst gefahren oder mir damals erträumt habe, fühle ich mich heute am Steuer wieder jung wie damals.

Die Fragen stellte Elisabeth von Pölnitz-Elsfeld

Wenn Sie den Code scannen, erklärt Ihnen Rolf Steinhilper sein Eines und sein Anderes. Sie haben keinen Scanner? Kein Problem: In der kostenlosen Kurier-Service-App gibt es einen zum Download. Alternativ können Sie auch tinyurl.com/RSteinhilper in die Adresszeile Ihres Browsers eingeben.

Fotos: von Pölnitz-Elsfeld

20 LOKAL - EXTRA

Nordbayerischer Kurier | Freitag, 22. Mai 2015

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

Nicht unser Thema heute…

2009

2011

2008

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

Unser Team

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

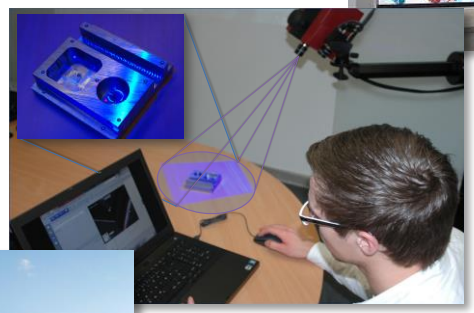
Fraunhofer

Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

Arbeitsbereiche und Kompetenzen

Kompetenzfelder:

- Service Engineering
- Produktionsmanagement
- Ressourceneffizienz



© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Agenda

1 Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

2 3D-Druck Techniktrends

3 Ersatzteile ohne Teilenummer

4 Anwendungsbeispiele

5 Kosten und Kundennutzen

6 Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

3D-Druck Techniktrends

Hype in den Medien

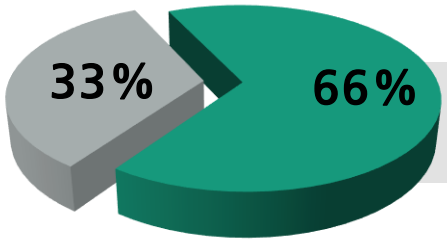
Obama (2013): „3D-Druck ist ein Schlüssel für neues Wachstum der US-Produktion."

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

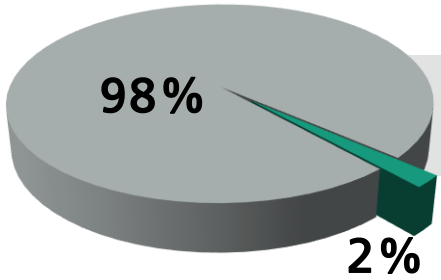
Fraunhofer

3D-Druck Techniktrends

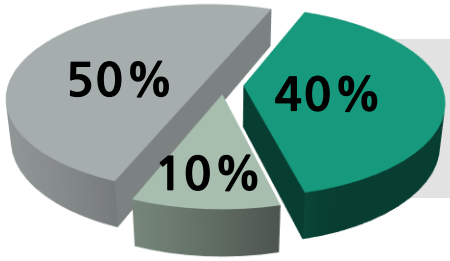
Umfrage von TNS Emnid 11. August 2015



2/3 wollen die Technologie 3D-Drucker nutzen



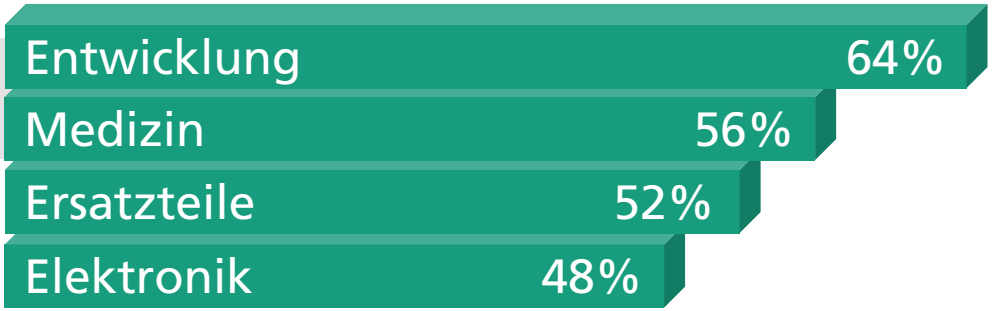
2% besitzen bereits einen 3D-Drucker



10% wollen einen 3D-Drucker anschaffen

40% warten auf günstigere Preise

Profis sehen Anwendungen in



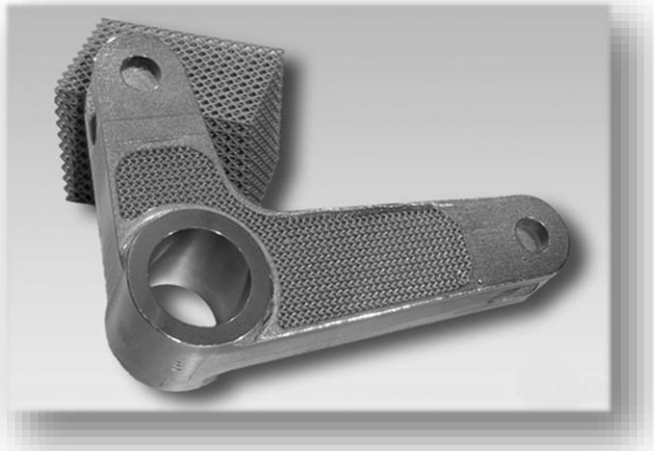
© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

3D-Druck Techniktrends

Eigenschaften additiver Fertigung

- **Bauteildesign**
  - Hohe geometrische Komplexität
  - Wirtschaftliche Verarbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe
  - Ökonomische Fertigung kleiner Losgrößen und Einzelteile



- **Materialien**
  - Kunststoffe
  - Metalle
  - Minerale

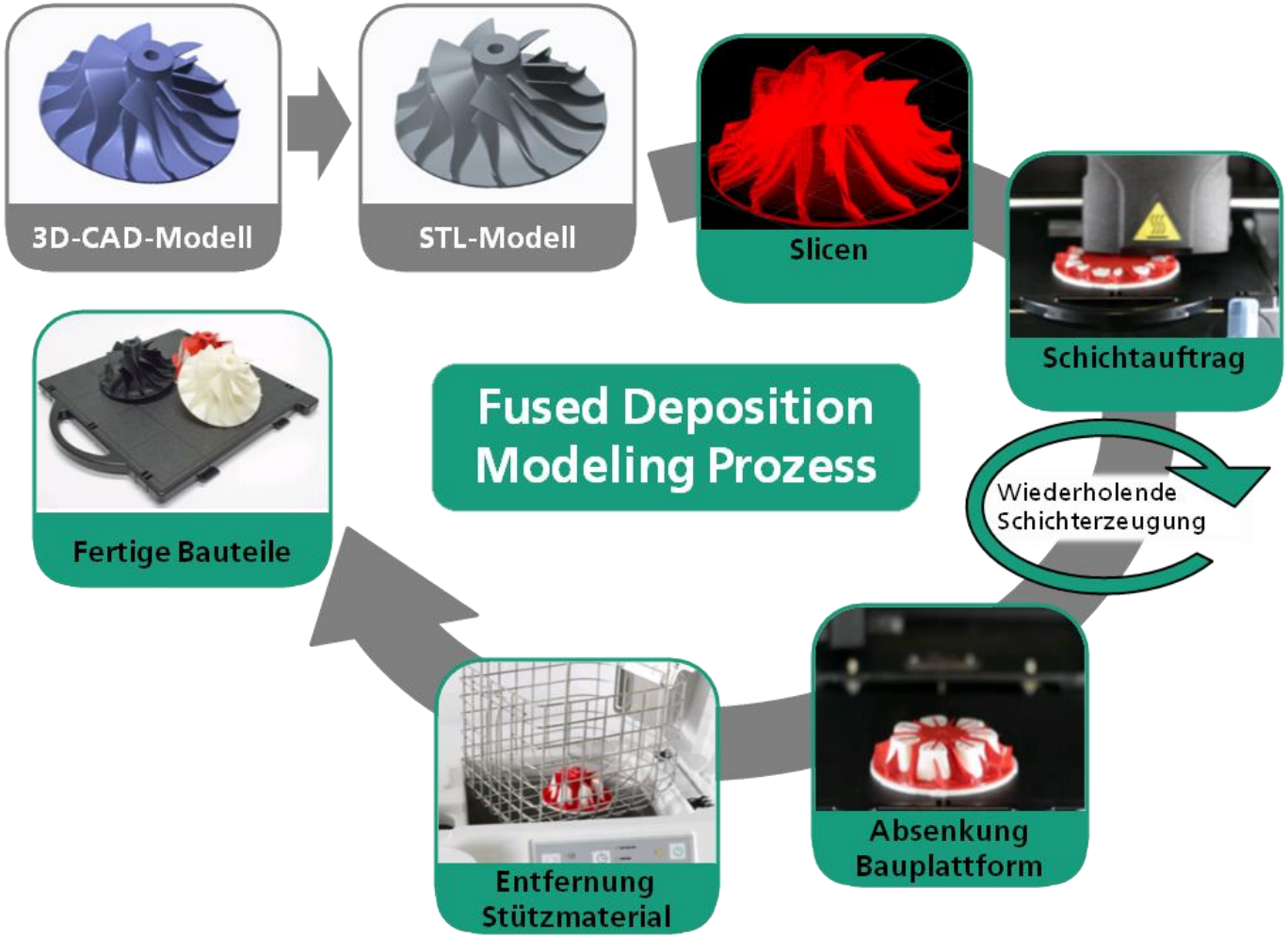
Bildquellen: Europa Lehrverlag, Siemens, Voxeljet

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

3D-Druck Techniktrends

Prinzip der schichtweisen Fertigung

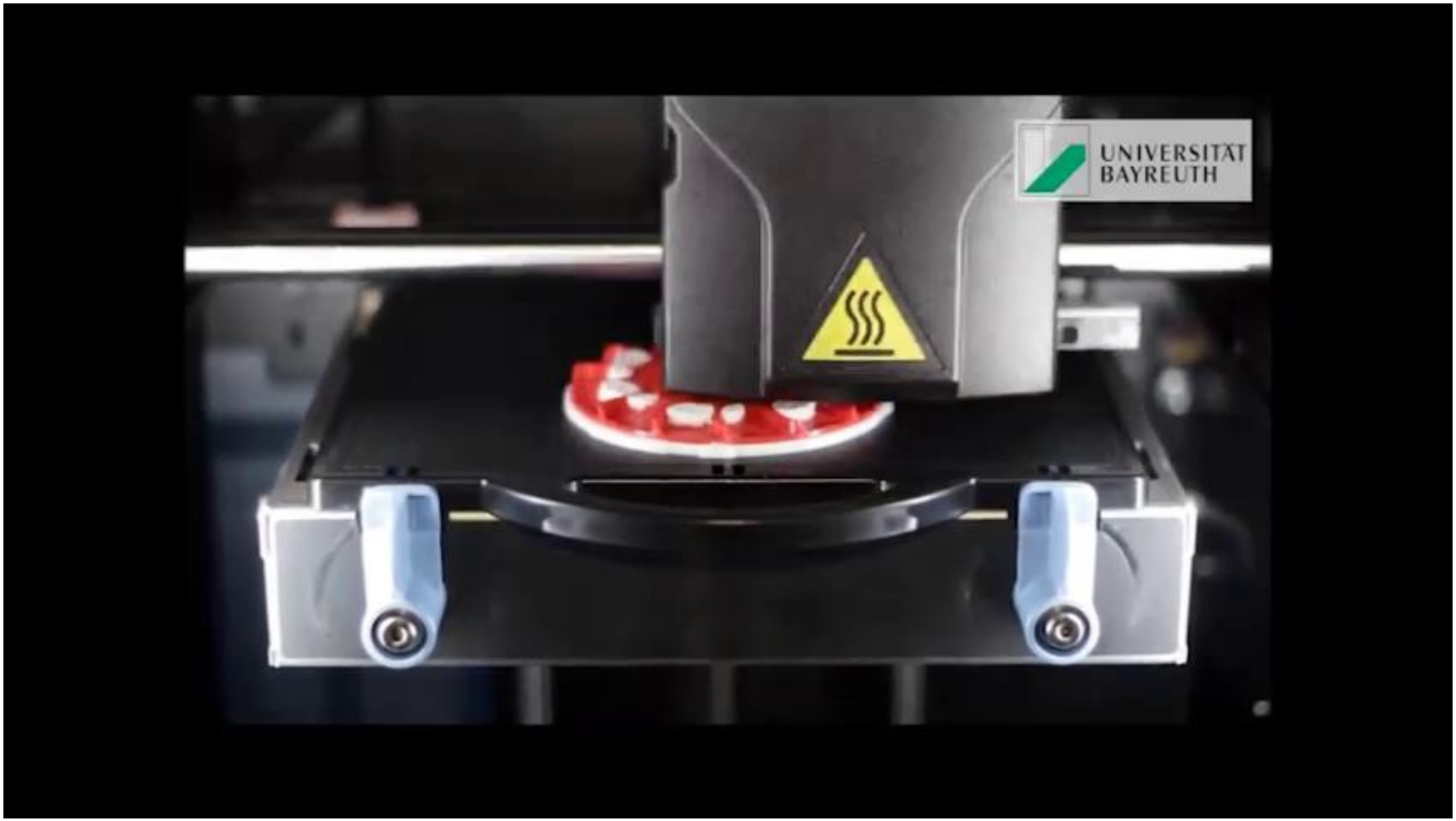


© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

3D-Druck Techniktrends

Prinzip der schichtweisen Fertigung – Fused Deposition Modeling

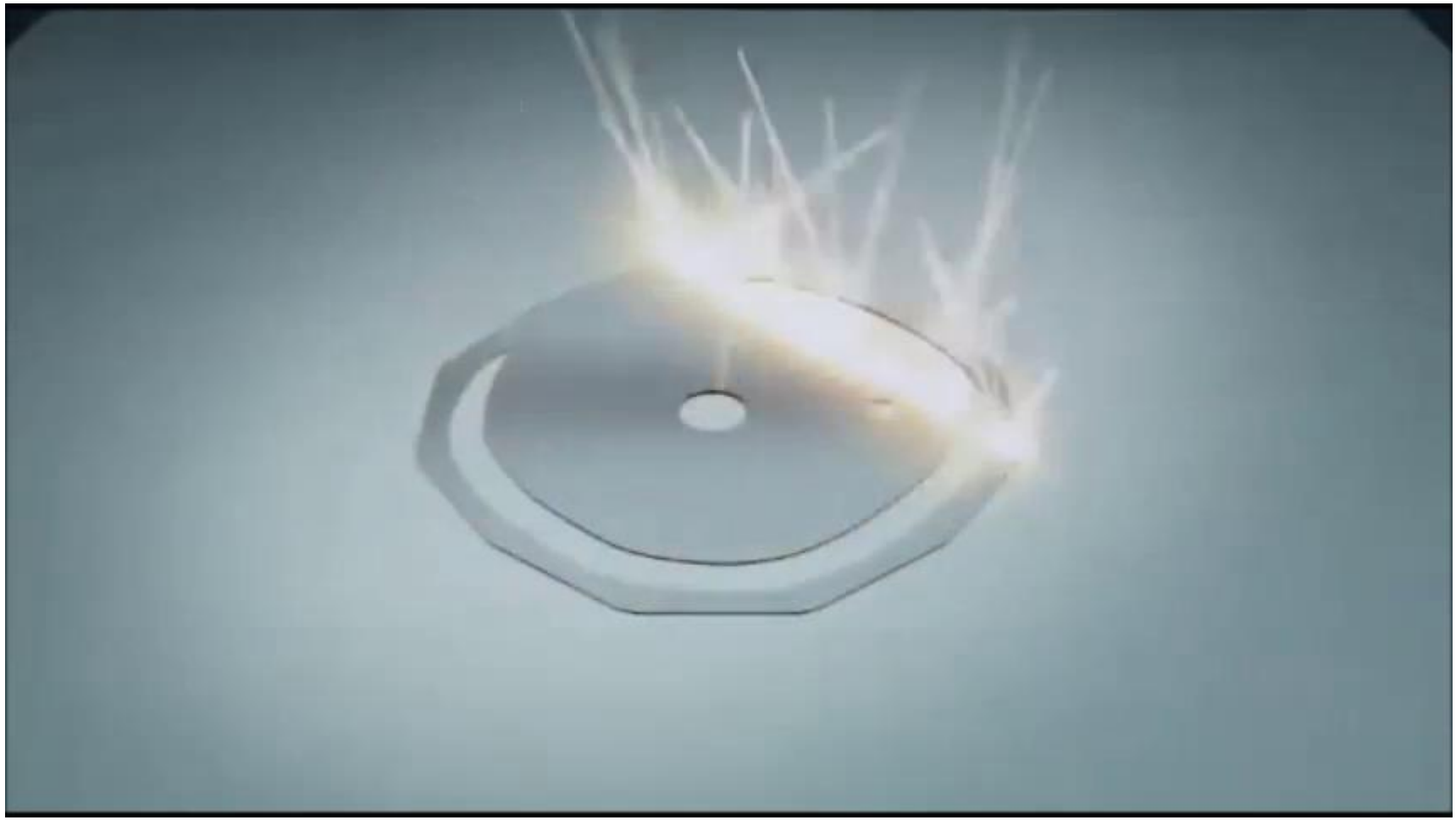


© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

3D-Druck Techniktrends

Prinzip der schichtweisen Fertigung – Selektives Lasersintern



© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

3D-Druck Techniktrends

Relevante Industriezweige

Bildquelle: 3druck.com

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Agenda

1 Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

2 3D-Druck Techniktrends

3 Ersatzteile ohne Teilenummer oder Zeichnung

4 Anwendungsbeispiele

5 Kosten und Kundennutzen

6 Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

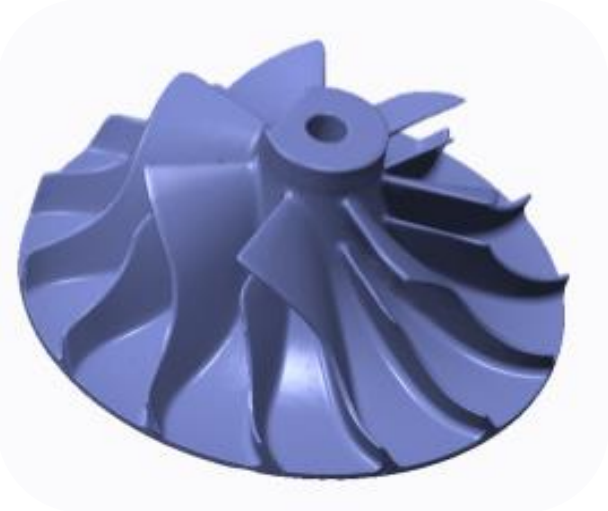
Ersatzteile ohne Teilenummer oder Zeichnung

Reverse Engineering

Reverse Engineering

Unter Reverse Engineering versteht man die (physikalische) Rekonstruktion eines Bauteils, von dem keine Konstruktionsdaten mehr vorhanden sind oder im Falle eines Konkurrenzproduktes nie vorhanden waren.

Originalaufnahme



Optische Digitalisierung

Fertigung

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Ersatzteile ohne Teilenummer oder Zeichnung

Vorgehen in der Praxis - Vorbereitung

Vorbereitung der Digitalisierung

- **Präparation des Bauteils**

  → Anbringen von Referenzpunkten und ggf. Kontrastmittel

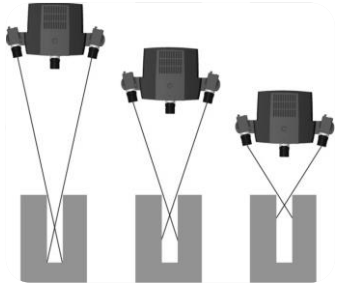
- **Digitalisierungsstrategie auswählen**

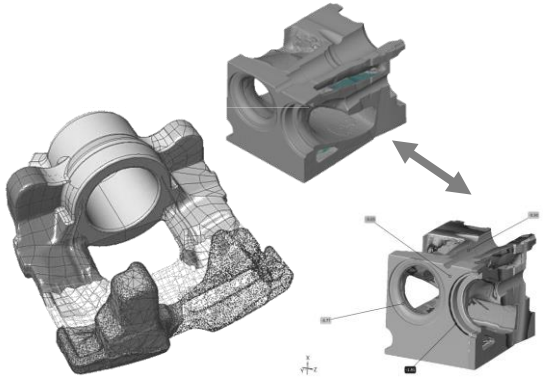
  → Bauteil fixiert und Projektor flexibel

  → Projektor fixiert und Bauteil flexibel

Bauteil mit Referenzpunkten

Bauteil mit Kontrastmittel





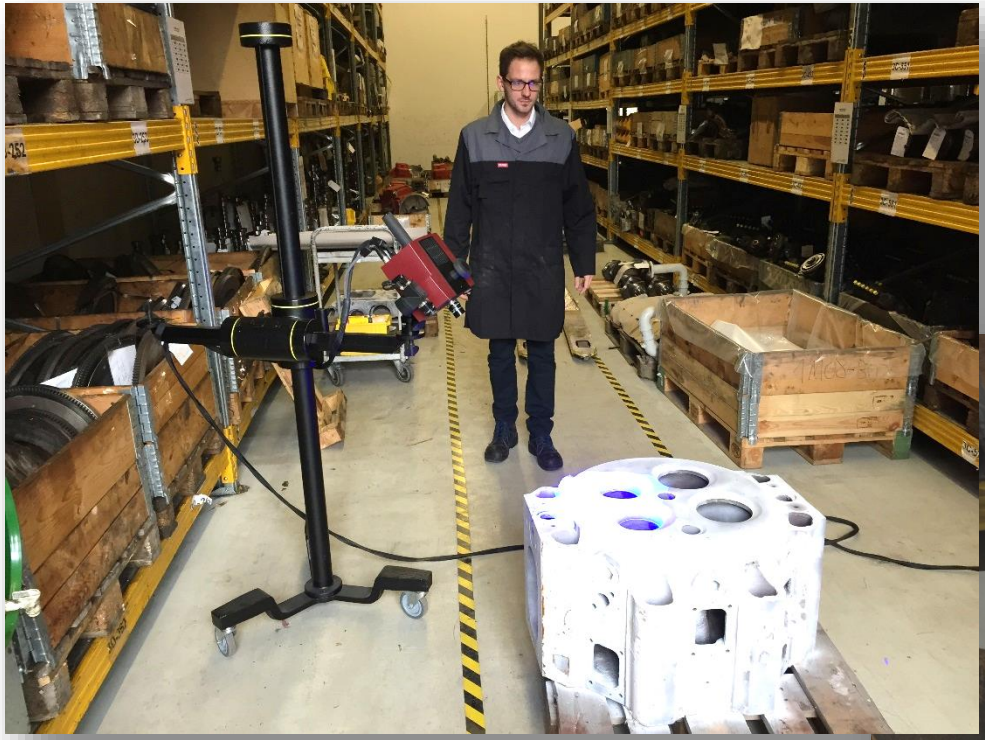
Vorbereitung zur Digitalisierung → Digitalisierung → Aufbereitung der Punktewolke → Verwendung der Daten

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Ersatzteile ohne Teilenummer oder Zeichnung

Reverse Engineering Schiffsmotor



© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Reverse Engineering mittels optischer Messtechnik

Vorgehen in der Praxis - Digitalisierung

Digitalisierung

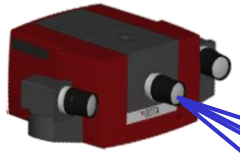
- **Aufnahme der Punktewolke**

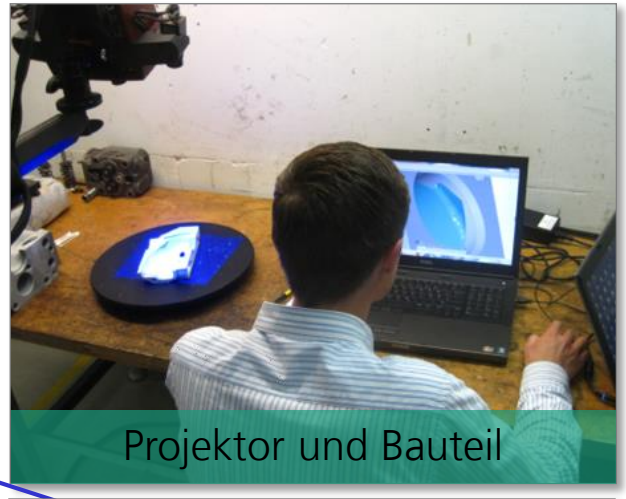
→ Erfassung des Bauteils aus verschiedenen Perspektiven

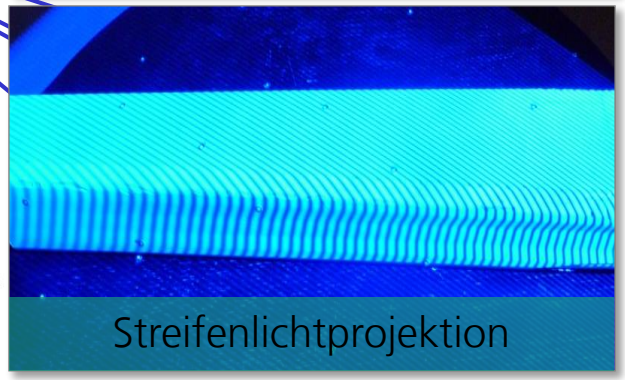
→ Variation der Belichtungszeiten und des Messabstandes

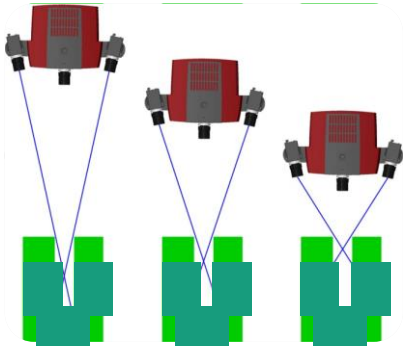
→ Viele Einzelmessungen

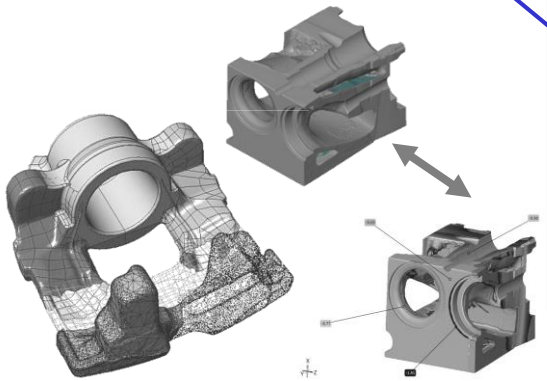
→ Messreihen werden aufeinander referenziert











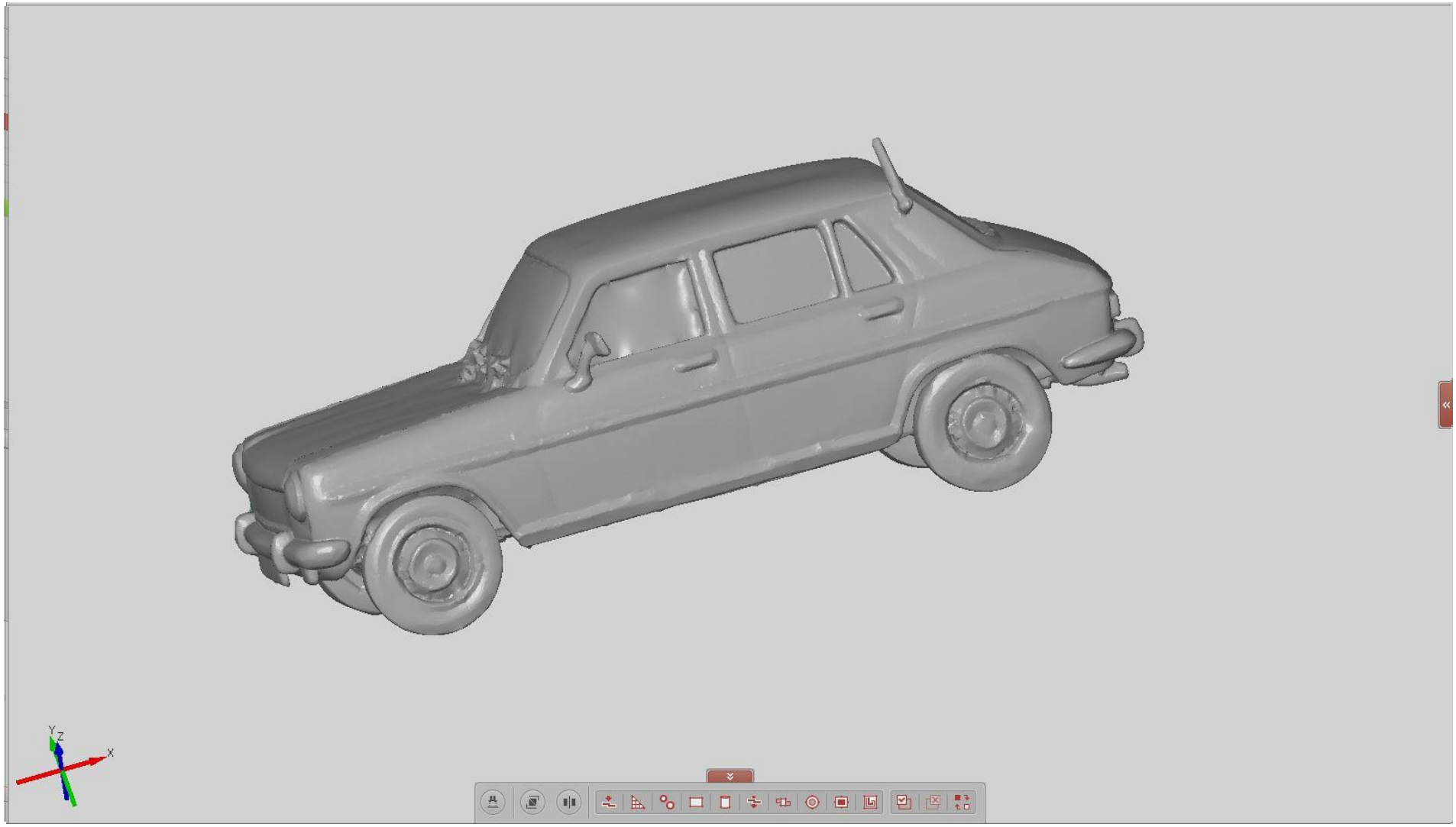
Vorbereitung zur Digitalisierung → **Digitalisierung** → Aufbereitung der Punktewolke → Verwendung der Daten

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Ersatzteile ohne Teilenummer oder Zeichnung

Vorgehen in der Praxis - Digitalisierung



© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Ersatzteile ohne Teilenummer oder Zeichnung

Vorgehen in der Praxis - Aufbereitung

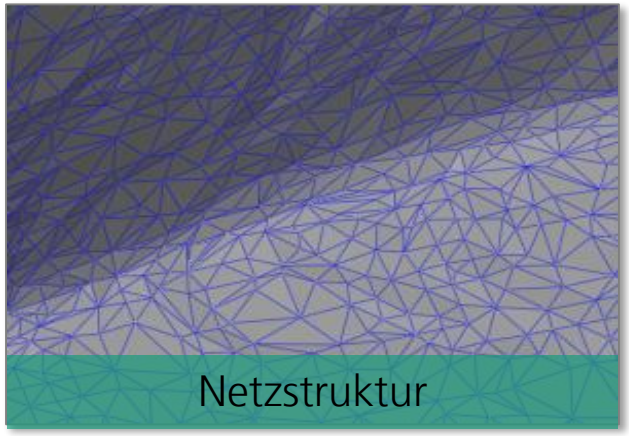
Aufbereitung der Punktewolke

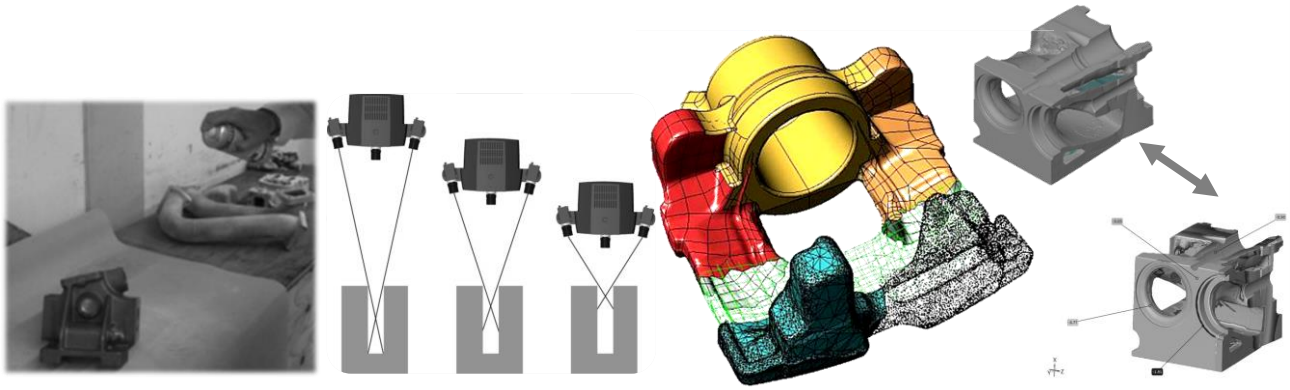
- **Bearbeitung mit Hilfe der Software „ATOS Professional“**

→ Polygonisieren der Punktewolke zu einer dreidimensionalen Netzstruktur

→ Beheben von Fehlern in der Netzstruktur

→ Ausgabe in gängigen Formaten (z.B. STL-Format)





Vorbereitung zur Digitalisierung → Digitalisierung → **Aufbereitung der Punktewolke** → Verwendung der Daten

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Ersatzteile ohne Teilenummer oder Zeichnung

Vorgehen in der Praxis - Verwendung

Verwendung der Daten

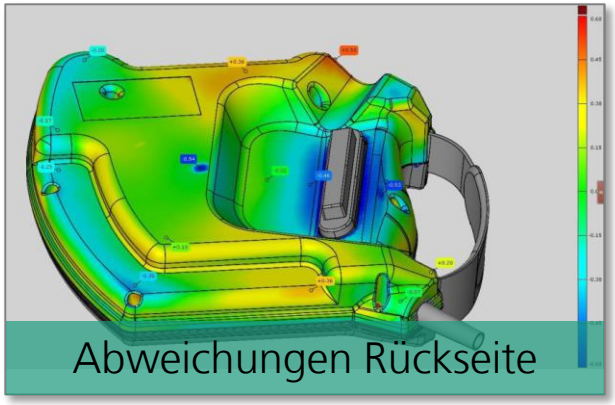
- **Ausgabe und Interpretation**

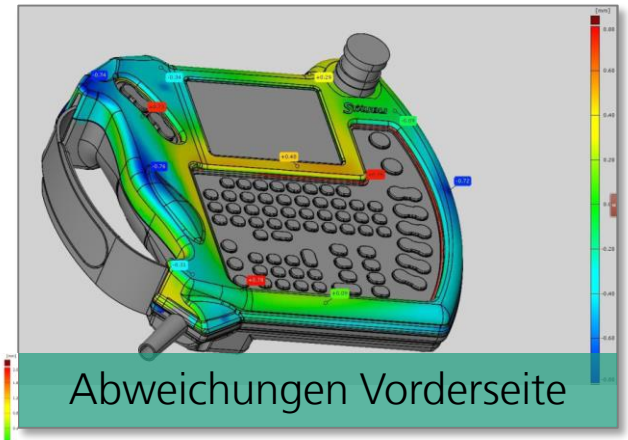
→ CAD-Import

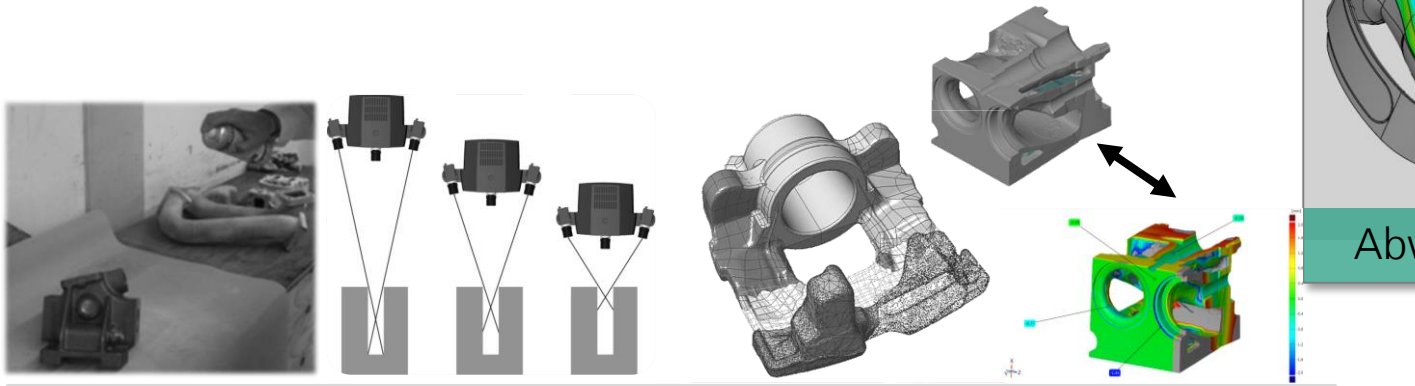
→ Form- und Maßanalyse von 3D-Daten

→ Datei-Ausgabe zur Weiterverarbeitung

→ Interpretation und Berichterstellung (Ausgabe von Screenshots, Tabellen, PDF's etc.)







Vorbereitung zur Digitalisierung → Digitalisierung → Aufbereitung der Punktewolke → **Verwendung der Daten**

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Agenda

1 Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

2 3D-Druck Techniktrends

3 Ersatzteile ohne Teilenummer

4 Anwendungsbeispiele

5 Kosten und Kundennutzen

6 Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Anwendungsbeispiel 1

Scheinwerferbaugruppe

- Hohes Instandsetzungspotential
- Relativ teure Ersatzteile
- Bei Defekt meist kompletter Tausch der Baugruppe

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Anwendungsbeispiel 1

Instandsetzungsprozess mittels Reverse Engineering

Instandsetzungsprozess für Scheinwerfersysteme mittels Reverse Engineering

Optischer 3D-Scanner

Additive Fertigung

Geometrieerfassung

Generierung CAD-Modell

Additive Fertigung

Instandsetzung defekter Bauteile

CAD-Daten Generierung

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

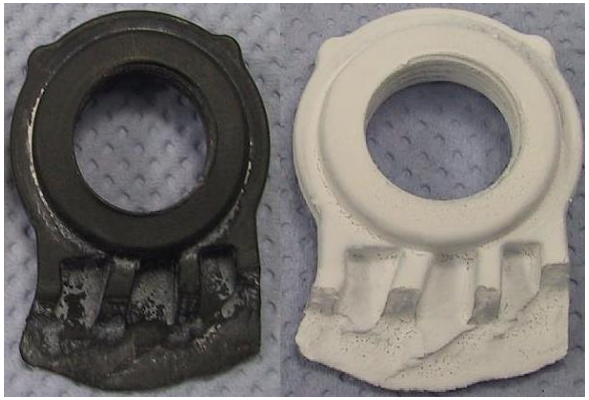
Anwendungsbeispiel 1

Geometrieerfassung

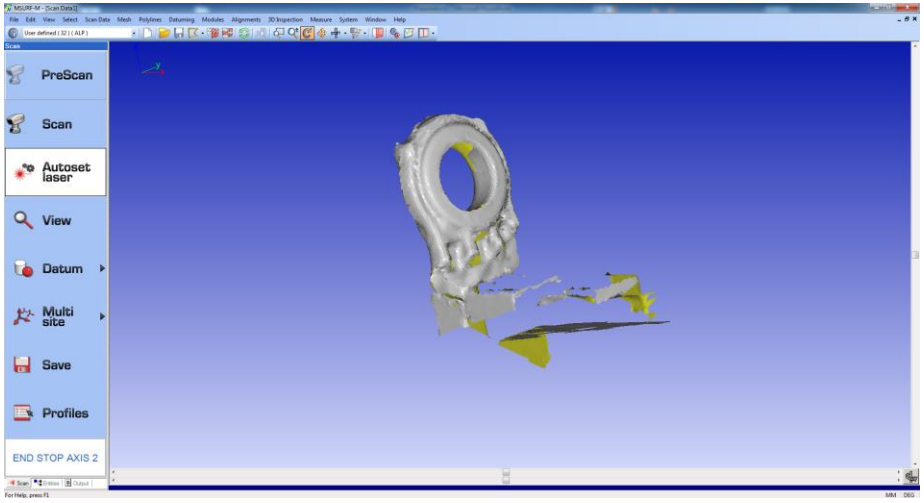
Instandsetzungsprozess Phase 1

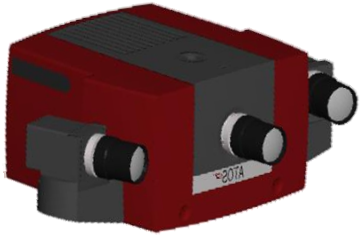
Scanvorgang mittels optischer Messtechnik:

- Vorbereitung des schadhaften Objekts
- Kombination von Messreihen
- Beispielhaftes Durchlaufen von Scanvorgängen mit unterschiedlicher Software und Systemen



Unbehandeltes (links) und vorbehandeltes (rechts) Scanobjekt





© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

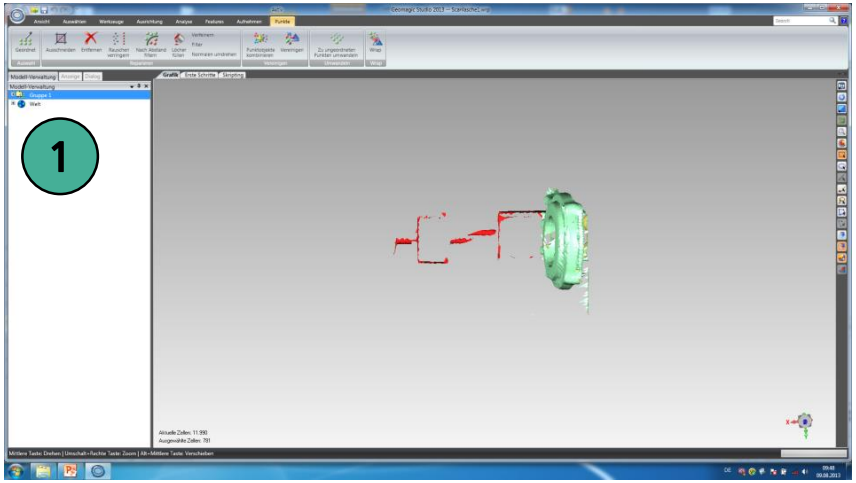
Anwendungsbeispiel 1

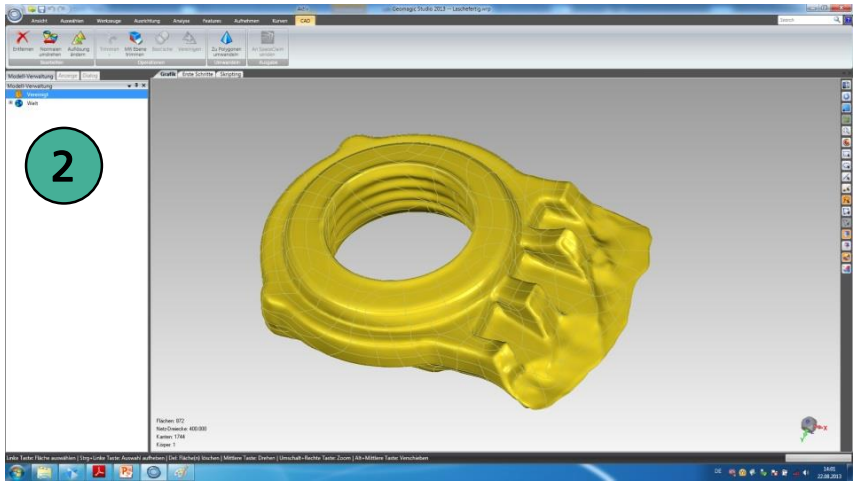
Generierung CAD-Modell

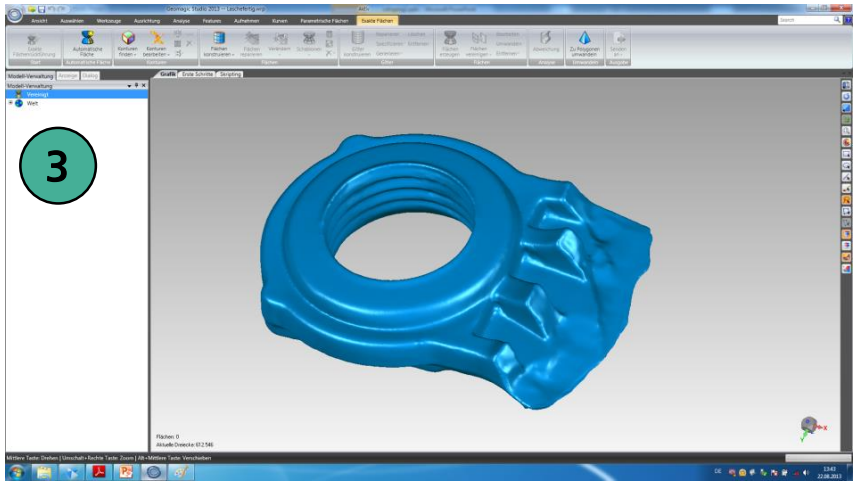
Instandsetzungsprozess Phase 2

Weiterverarbeitung mit Geomagic Studio 2013:

- Bearbeiten von Punktewolken
- Bearbeitung von Polygonmodellen
- Überführung der Polygonmodelle in CAD







© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

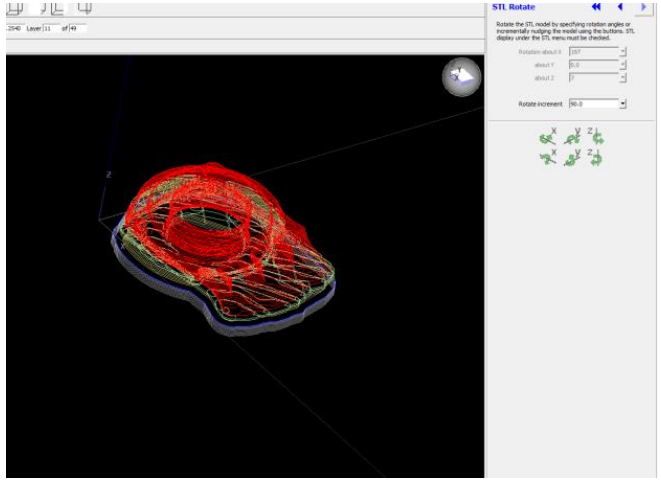
Anwendungsbeispiel 1

Additive Fertigung und Instandsetzung

Instandsetzungsprozess Phase 3

Fertigung des erstellten Objekts mit dem 3D-Drucker:

- Materialauswahl
- Orientierung im Bauraum
- Slicen des Bauteils



Instandsetzungsprozess Phase 4

Fügen des erstellten Objekts an den Scheinwerfer:

- Vorbereitung der Fügestelle
- Auswahl des Klebers
- Fixierung des Objekts

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Anwendungsbeispiel 2

Halterung Windschott

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Agenda

1 Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

2 3D-Druck Techniktrends

3 Ersatzteile ohne Teilenummer

4 Anwendungsbeispiele

5 Kosten und Kundennutzen

6 Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Kosten und Kundennutzen

Wirtschaftlichkeitsanalyse Scheinwerferbaugruppe

- Aufteilung des Gesamtprozesses in seine Arbeitsschritte
- Gesamtdauer des Instandsetzungsprozesses von 105 min
- Gegenüberstellung von Austausch der Baugruppe und Instandsetzung

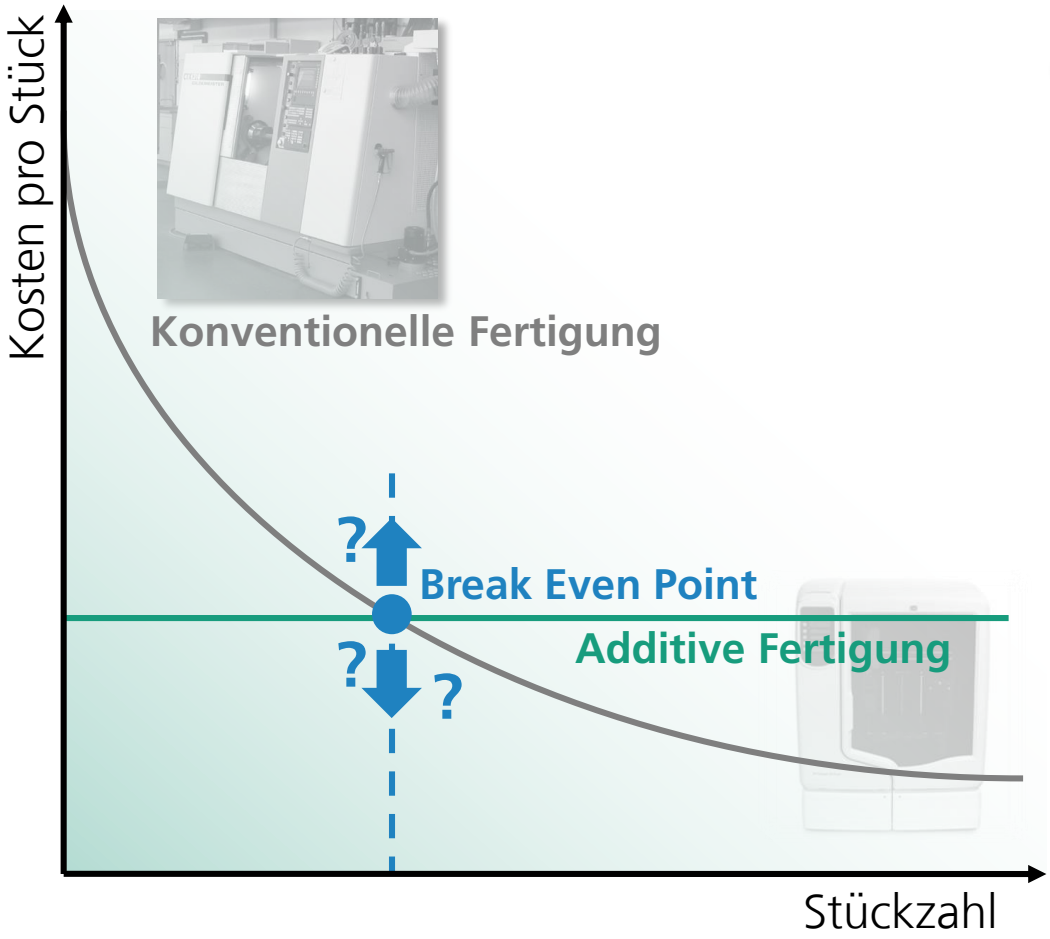
	Austausch der Bauruppe	Instandsetzung
Arbeitszeit	100% (ca. 60 €)	350% (ca. 210 €)
Ersatzteil	100% (ca. 1700 €)	4,7% (ca. 80 €)
Gesamtkosten	100% (ca. 1760 €)	16,5% (ca. 290 €)

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Kosten und Kundennutzen

Vergleich zwischen konventioneller und additiver Fertigung



Kostentreiber

- Komplexität des Bauteils
- Bauteilgestaltung
- Maschinenstundensätze
- Bauteilanforderungen
- Material

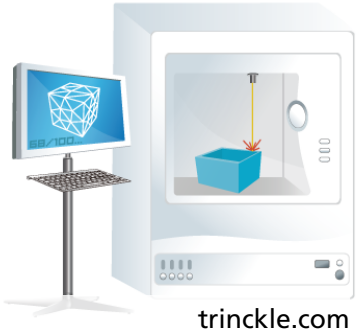
© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Kosten und Kundennutzen

Netzwerke und Plattformen

- Beauftragung von Dienstleistern oder Druckshops (z.B. FabLabs, trinckle)

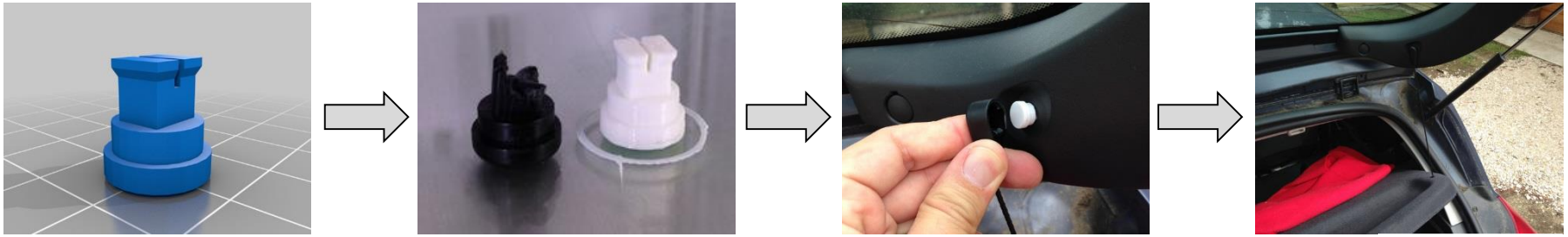


trinckle.com

- Aufbau von Netzwerken zur gemeinsamen Nutzung von 3D-Druckern (z.B. 3D Hubs)

3dhubs.com

- Austauschplattformen für 3D-Modelle (z.B. thingiverse, shapeways)



thingiverse.com

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Agenda

1 Universität Bayreuth und Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

2 3D-Druck Techniktrends

3 Ersatzteile ohne Teilenummer

4 Anwendungsbeispiele

5 Kosten und Kundennutzen

6 Zusammenfassung und Ausblick

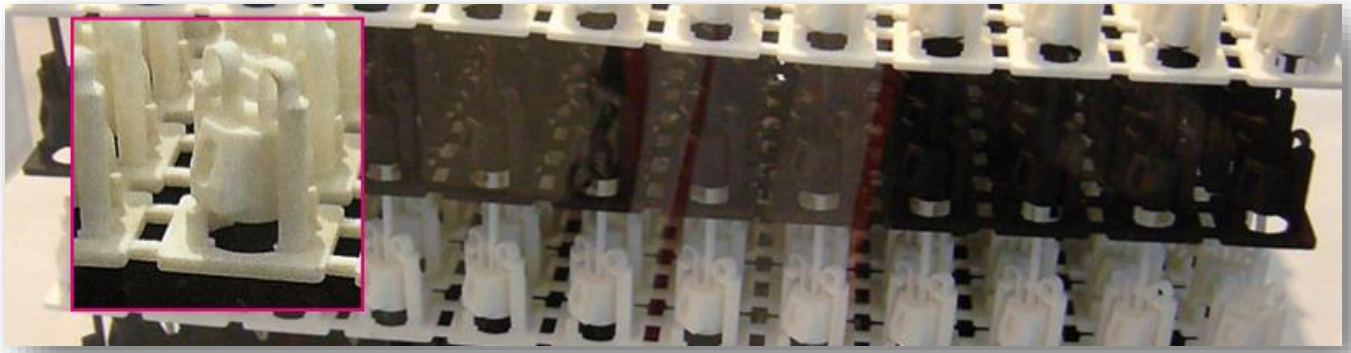
© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Zusammenfassung und Ausblick

Vorteile additiver Fertigung

- **Werkzeuglose** Herstellung komplexer Bauteile
- Höchste **Flexibilität**
- Möglichkeiten zur **Funktionsintegration**
- **Funktionsgetriebenes,** kraftflussoptimiertes Design möglich
- Individuelle, kundenspezifische Produkte
- Kosteneffiziente Produktion von Kleinserien bis hin zu Einzelteilen
- Hohes **Leichtbau**-Potential
- Herstelldauer von **geometrischer Komplexität unabhängig**



Quelle: Europa Lehrmittel

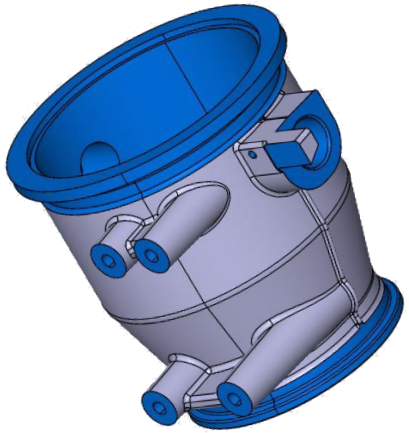
© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

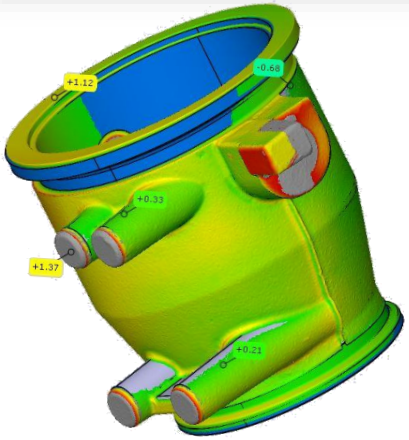
Fraunhofer

Zusammenfassung und Ausblick

Vorteile des Reverse Engineerings mittels optischer Messtechnik

- **Wiederherstellung** fehlender Konstruktionselemente
- Höchste **Flexibilität** (durch mobile Systeme)
- **Berührungslose** Messungen
- Exaktes Vermessen von **3D-Freiformflächen**
- Graphische oder tabellarische **Ergebnisauswertung**
- Schnelle **Überprüfung** von Bauteilen auf Maßhaltigkeit
- Nachträgliche **Netzbearbeitung** möglich
- Hohes **Optimierungspotential**





© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

© Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Fraunhofer