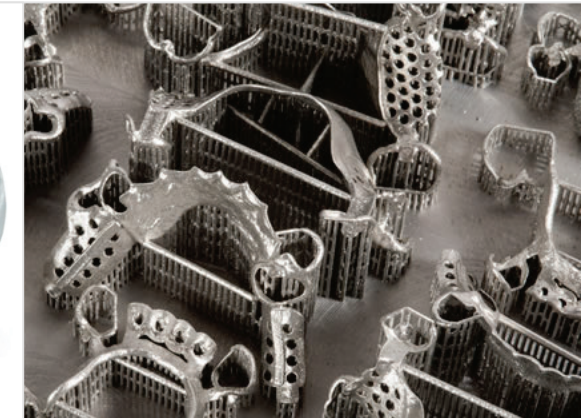
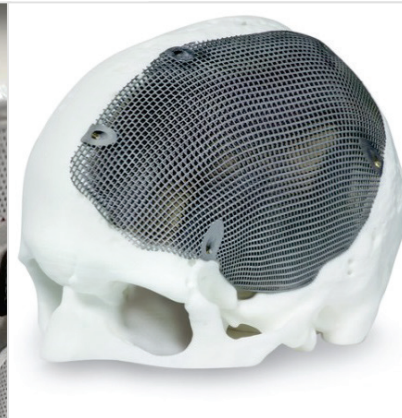
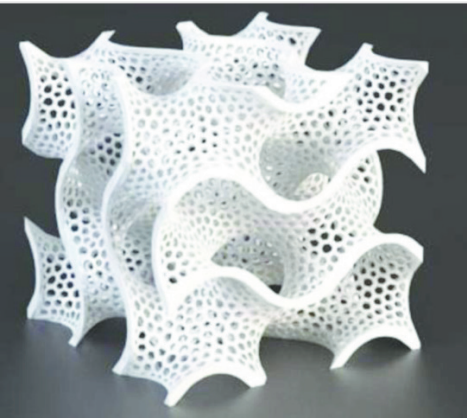


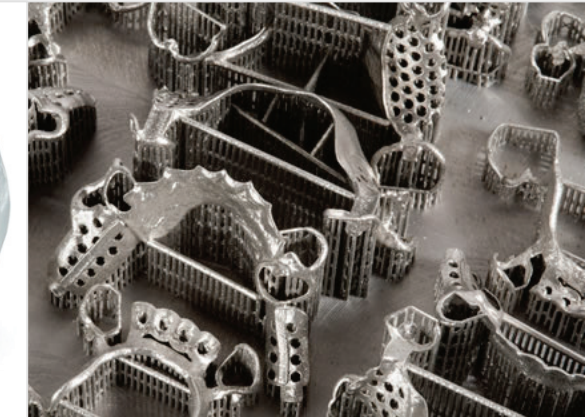
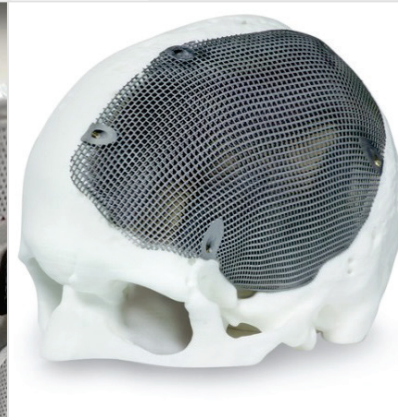
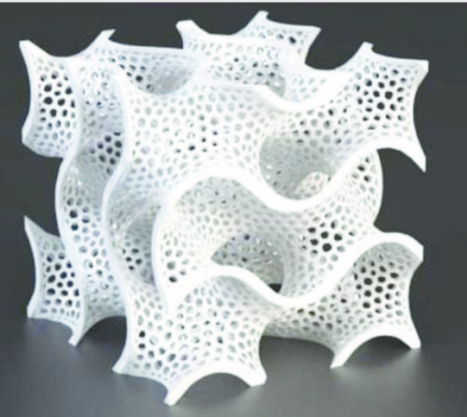
ADDITIVE FERTIGUNG – EINFÜHRUNG



Sommersemester 2021

ADDITIVE FERTIGUNG – EINFÜHRUNG II

EINORDNUNG DER AF



Sommersemester 2021

GLIEDERUNG

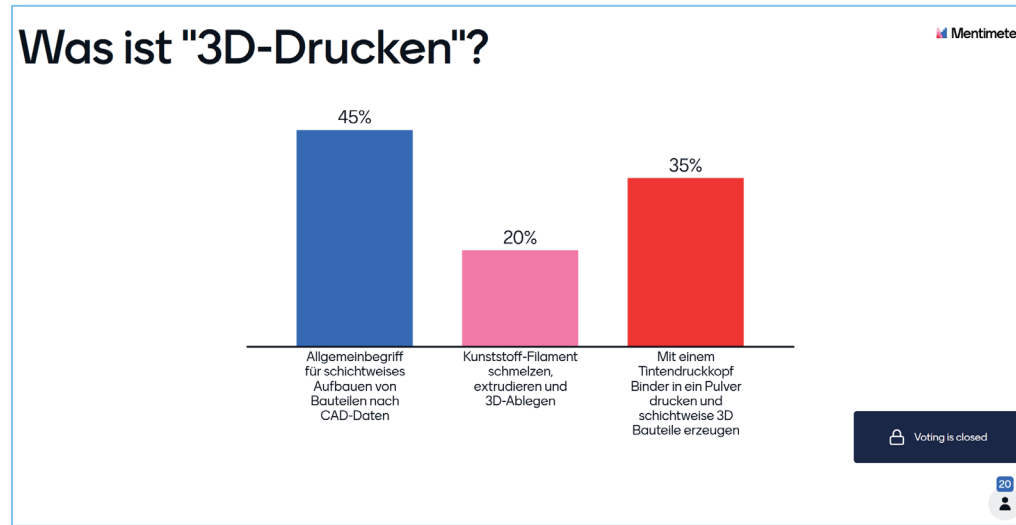
- 1. Einführung in das Thema additive Fertigungstechnik**
2. Produktentstehungsprozess
3. Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung
4. Klassifizierung und Verfahrensablauf
5. Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)
6. Additive Fertigungsverfahren
7. Postprocessing
8. Wirtschaftlichkeit

EINFÜHRUNG - GLIEDERUNG

- 1. Einordnung und allgemeiner Verfahrensablauf der additiven Fertigungstechnik**
- 2. Entwicklung**
 1. Aktueller Hype
 2. Visionen
 3. Erwartungen
- 3. Möglichkeiten und Grenzen**
 1. Handlungsfelder
 2. Auslegung und Design
 3. Qualität der additiven Fertigung
 4. Standardisierung
- 4. (R)Evolution der Produktion!?**
- 5. Additive Fertigung am IMKF**

WAS IST 3D-DRUCKEN?

Ergebnis der Teilnehmer-Umfrage:



EXKURS: „3D DRUCK“ ≠ 3D DRUCK

Stereolithographie

Laser-Strahlschmelzen

Elektronen-Strahlschmelzen

Multi-Jet Modeling

Poly-Jet Modeling

Wire Arc Additive Manufacturing

Digital Light Processing

Laser Pulver Auftragschweißen

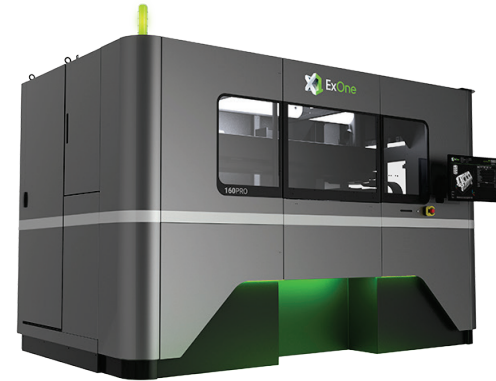
Laser-Sintern

Fused Filament Fabrication



[Ultimaker]

3D-Drucken = Binder Jetting



[ExOne]

DEFINITION (VDI 3405)

„Bei additiven Fertigungsverfahren erfolgt die **Fertigung** nicht materialabtragend aus einem massiven Körper wie beim Fräsen, sondern **materialzufügend**, also additiv.

Das heißt, **die Bauteile entstehen schichtweise** durch Hinzufügen von Ausgangsmaterial oder durch Phasenübergang eines Materials vom flüssigen oder pulverförmigen in den festen Zustand.

Die Fertigung erfolgt **ohne Verwendung von Formen und Werkzeugen.**“

HYPE -> REALITÄT

tct THE MAGAZINE FOR DESIGN-TO-MANUFACTURING INNOVATION

NEWS | IMAGING | SOFTWARE | SERVICES | EVENTS | BLOGS | AWARDS | DIRECTORY | SUBSCRIBE

Home / News /
10 March 2020 13:06

There's "huge potential" for 3D printing inside aircraft cabins
by Laura Griffiths

RSS Print

ZAL Tech Center played host to this year's Red Cabin Aircraft Cabin AM Conference.

I've said it before, since working in additive manufacturing I've adopted a bit of a habit of playing "spot the additive application" whenever I board a plane. Great for editorial, but quite annoying, I would imagine, for my other half whenever we go on holiday.

NEWSLETTER SIGNUP | f | in | CONTINUING EDUCATION CENTER | FOCUS ON

DesignNews
Serving the 21st Century Design Engineer

Automation & Motion Control | Design Hardware & Software | Electronics & Test | Materials & Assembly

Home

How 3D Printing Is Helping in the Fight Against Coronavirus
The 3D printing community is stepping up to answer the call in a face of a shortage of essential medical devices.

by Chris Wiltz in Materials & Assembly, Sustainability, 3D Printing, Materials & Assembly, Gadget Freak, Medical on March 25, 2020

f | in | |

METAL ADDITIVE

HOME | MAGAZINE | ARCHIVE | NEWS

Learn How the SLM®280 Reduced Weight and Integrated Function in this Turbine Chamber | Your Metal Additive Manufacturing Partner | SLM | Additive Manufacturing Solutions

Relativity Space to metal additively manufacture rocket at new HQ

March 5, 2020

Jordan Noone, Relativity's CTO and co-founder, stands beside the second version of the StarGate metal Additive Manufacturing system at the company's headquarters (Courtesy Relativity Space)

engineering.com NEW | ELECTRONICS | HARDWARE | MANUFACTURING | SOFTWARE | MORE

7 | HOME
806
5
753

Additive Manufacturing Research Center to Open in the Philippines

Philippines to open AM research center.

PUBLISHED Mar 01, 2019 | LISTEN TO STORY

Department of Science and Technology (DOST)—the Philippine government's department responsible for the coordination of science and technology-related projects in the country—has announced plans to

Guhring UK reports 75% cost savings on AM tool steel milling cutter

February 15, 2020

The additively manufactured H13 tool steel milling cutter was produced using a Markforged Metal X system (Courtesy Markforged)

SYSTEMATIK DER ADDITIVEN FERTIGUNGSVERFAHREN

Besondere Kennzeichen der additiven Fertigungsverfahren:

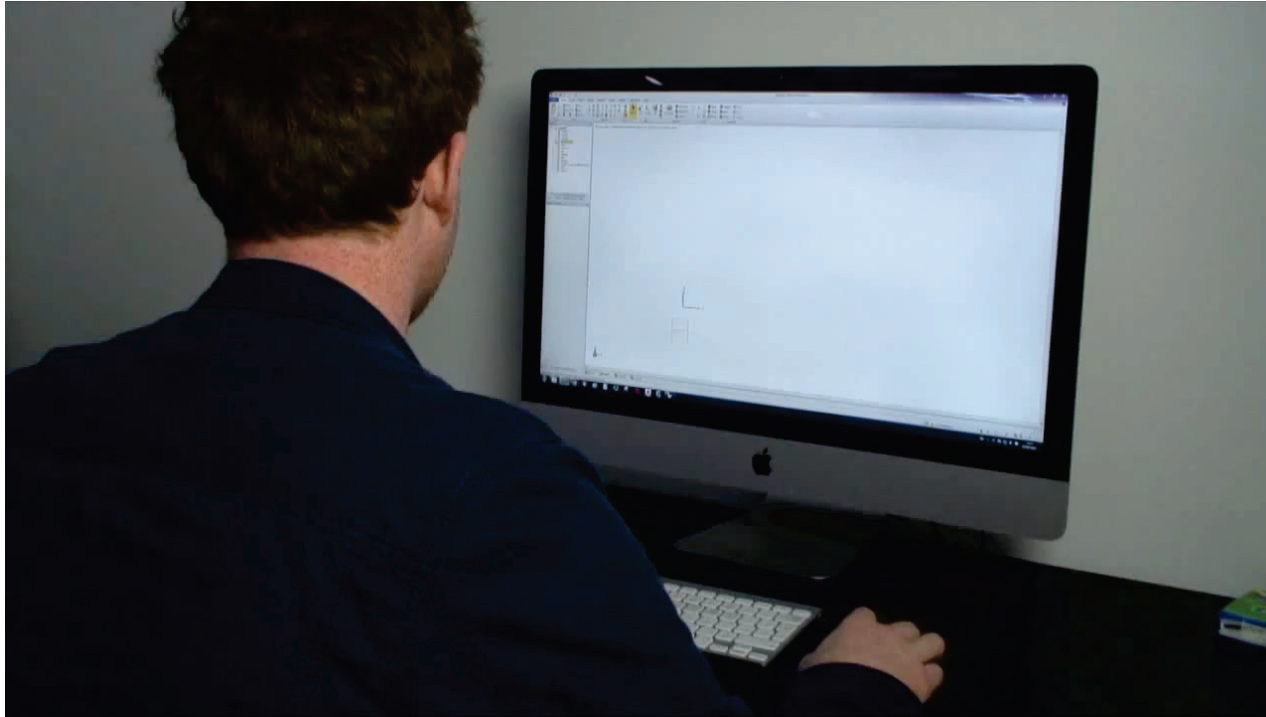
- es ist kein Einsatz von produktspezifischen Werkzeugen/Formen erforderlich
- die Generierung der Schichtgeometrie erfolgt direkt aus den 3D-CAD-Daten
- die Datensätze können prinzipiell in jeder beliebigen Orientierung gebaut werden (Entfall der Spannproblematik im Bauprozess)

Zudem können alle heute auf dem Markt befindlichen Maschinen grundsätzlich mit dem gleichen (STL)-Datensatz angesteuert werden.

TECHNOLOGISCHE PROZESSKETTE

1. CAD Modell
2. Modellaufbereitung
3. Prozessvorbereitung
4. Bauprozess
5. Nachbearbeitung
6. Folgetechnologien
7. Anwendung

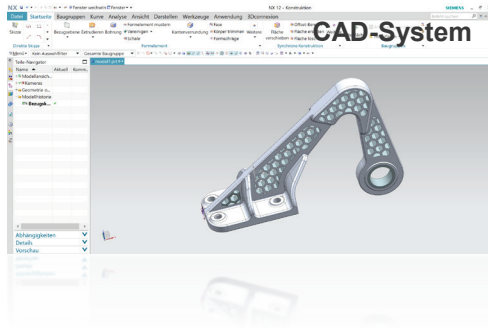
SELEKTIVES LASER SINTERN (SLS)



VERFAHRENSABLAUF

1. 3D-CAD-Modell

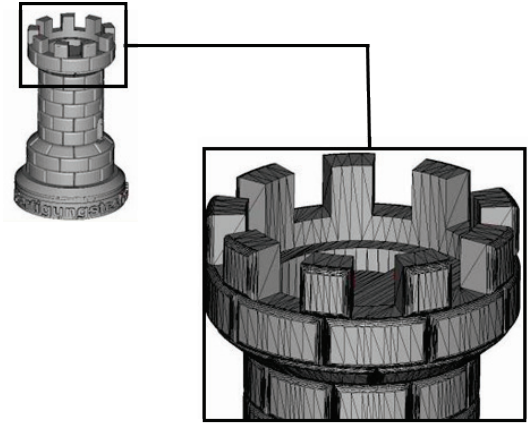
- Ausgangspunkt des Fertigungsprozesses
- Die 3D-CAD-Daten stammen aus der Konstruktion, dem Reverse Engineering oder aus der Medizin (Computertomographie)
- Formate z. B.: STL, IGES, STEP



VERFAHRENSABLAUF

2. Triangulation

- Möglichst genaue Annäherung der Geometrieoberfläche durch Dreiecke
 - Triangulationsfehler treten verstärkt an stark gekrümmten Freiformflächen auf
- Anzahl der Dreiecke so **genau wie nötig**, aber nicht so genau wie möglich gestalten.
- Die Überprüfung der Geometrie des Bauteils ist nach der Triangulation unabdingbar



STL-Modell mit triangulierter Oberfläche

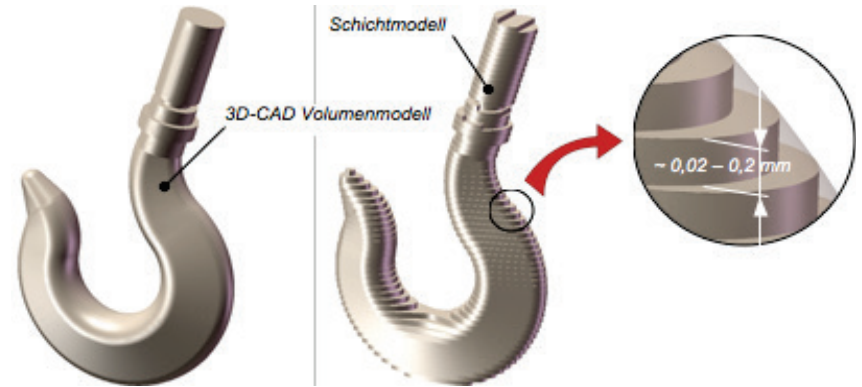
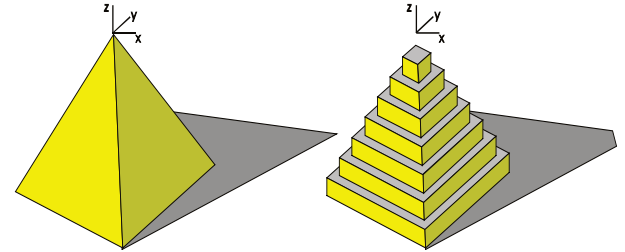


Gefertigtes Bauteil

VERFAHRENSABLAUF

3. Modellaufbereitung

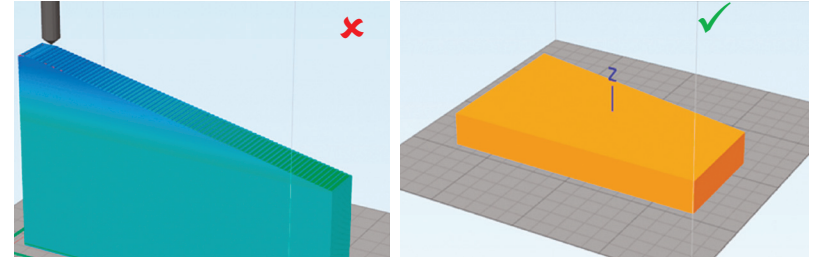
- Bauteil (STL-Modell) in Schichten „zerlegen“
- Für jede Schicht werden Geometrieinformationen für den Bauvorgang erzeugt
- „Stufeneffekt“ an Rundungen, Freiformflächen und stumpfen Winkeln
→ geringe Oberflächenqualität



VERFAHRENSABLAUF

3. Modellaufbereitung

- Für gute Oberflächenqualität und -genauigkeit sollten gerade Bauteilflächen *möglichst vertikal oder horizontal* im Bauraum angeordnet sein
 → Stufeneffekte werden minimiert
- Je größer die Schichtdicke ist, desto kürzer die ist Bauzeit aber der Stufeneffekt wird größer.
 → abwägen von Qualität und Produktivität



Schichtstärke: 200 µm
Druckzeit: 00:50 h

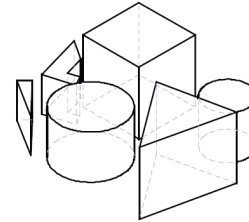
Schichtstärke: 60 µm
Druckzeit: 03:30 h

VERFAHRENSABLAUF

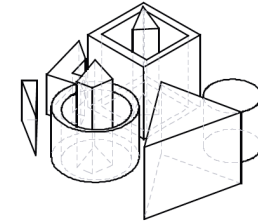
3. Modellaufbereitung

- Durch optimales *Verschachteln (nesting)* und *Packen (packing)* kann bei der Einhaltung der geforderten Qualität höhere Produktivität erzielt werden
- Die Verschachtelung bzw. das Packen haben verfahrensabhängig unterschiedliche Optionen

Verschachteln (nesting)

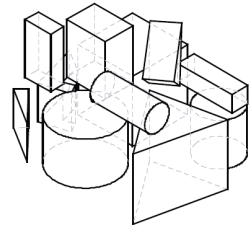


a) *nebeneinander*

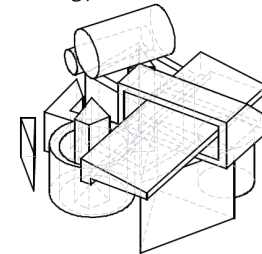


b) *nebeneinander, ineinander*

Packen (packing)



c) *nebeneinander, übereinander*

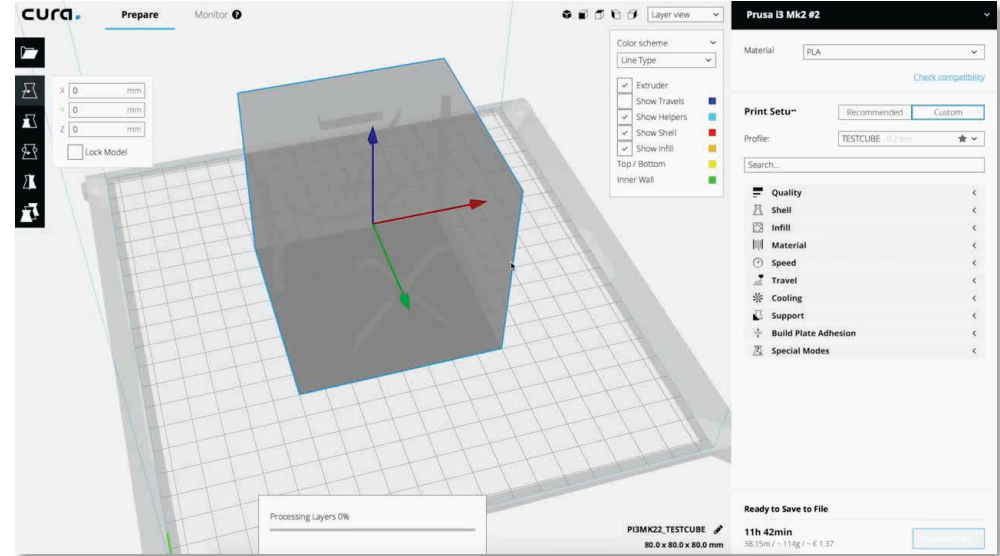


d) *nebeneinander, übereinander, ineinander*

VERFAHRENSABLAUF

4. Prozessvorbereitung

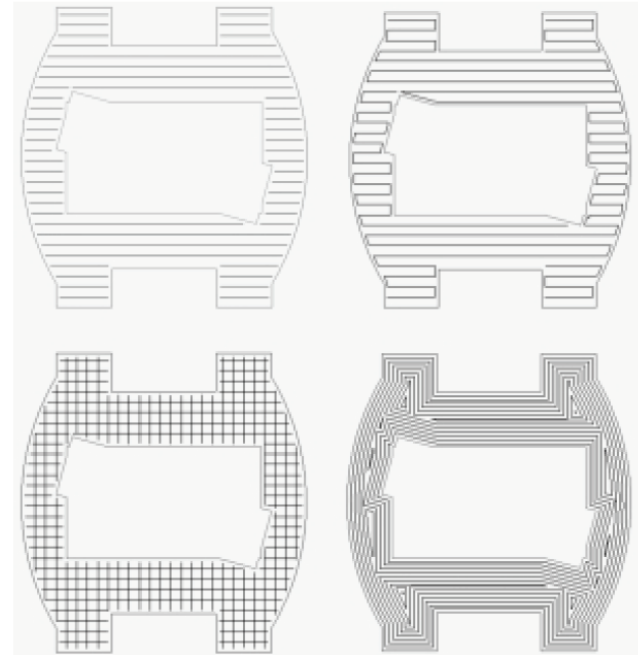
- Verfahrensunabhängig sind Informationen über die „Füllung“ (*infill*) des Bauteils anzugeben (im STL-Datensatz sind nur Informationen zur Oberfläche hinterlegt)
- Wirkt sich u.a. auf Materialbedarf, Bauteilgewicht, Bauzeit, Stabilität des Bauteils aus



VERFAHRENSABLAUF

4. Prozessvorbereitung:

- Schichtinformationen werden in die Steuerinformationen der Anlage umgewandelt
- Materialspezifische Verarbeitungseigenschaften sind zu beachten
- Scannen: Pfade berechnen, die während des Bauprozesses abgefahren werden
 - Einfluss u.a. auf Bauzeit, Energie- und Temperaturverteilung auf der Bauplattform

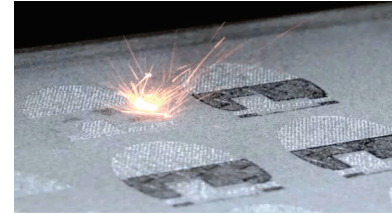


Unterschiedliche Scan-Strategien beim SLS

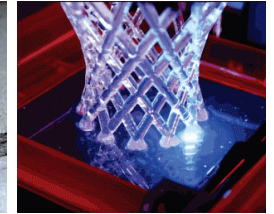
VERFAHRENSABLAUF

5. Bauprozess:

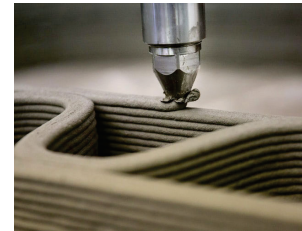
- Ausgangsmaterialschicht wird auf die Bauplatzform aufgebracht (Pulver- und Flüssigbettprozesse)
- Ausgangsmaterial wird selektiv durch eine Energiequelle kurzzeitig geschmolzen oder einen chemischen Aktivator verfestigt
- Absenken der Plattform um eine Schichtdicke und Aufbringen einer neuen Materialschicht



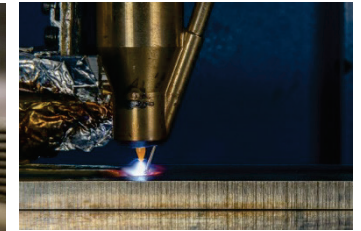
SLM-Prozess



DLP-Prozess



Material extrudieren



WAAM-Prozess

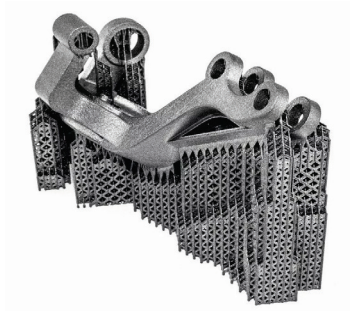
VERFAHRENSABLAUF

6. Nachbearbeitung:

- Nicht verwendetes Material entfernen
- Stützkonstruktionen entfernen (verfahrensabhängig)
- Material aushärten (verfahrensabhängig)



Pulverentfernung



Metallbauteil mit Stützstruktur

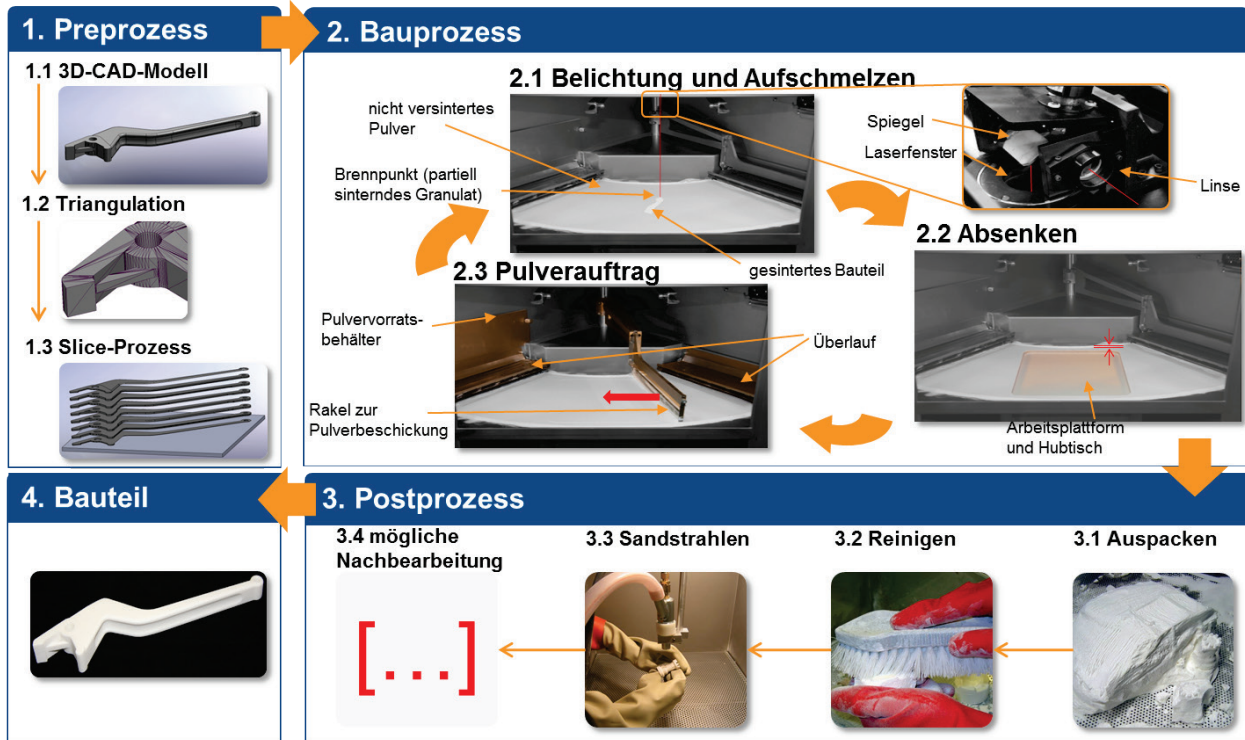


SLA-Bauteil

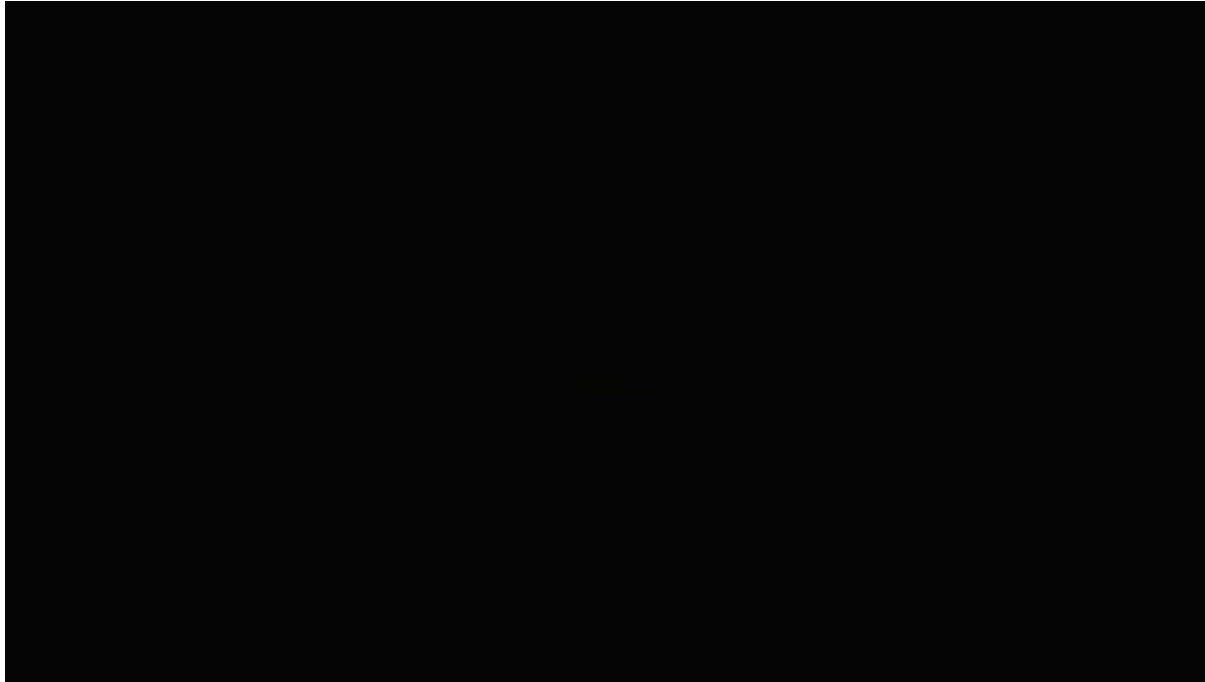


UV-Aushärtekammer

PROZESSABLAUF AM BEISPIEL SLS



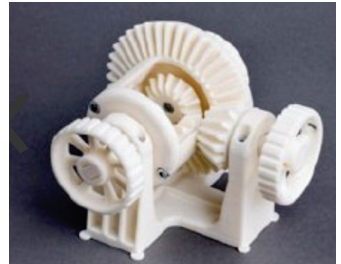
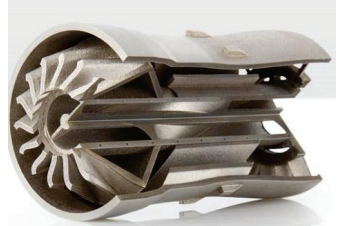
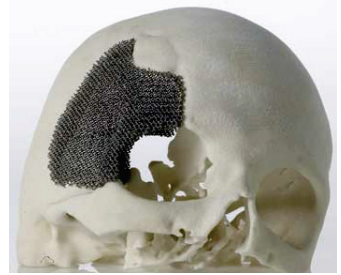
LASERSTRAHLSCHMELZEN (LBM)



INDUSTRIELLER EINSATZ

Typische Einsatzgebiete:

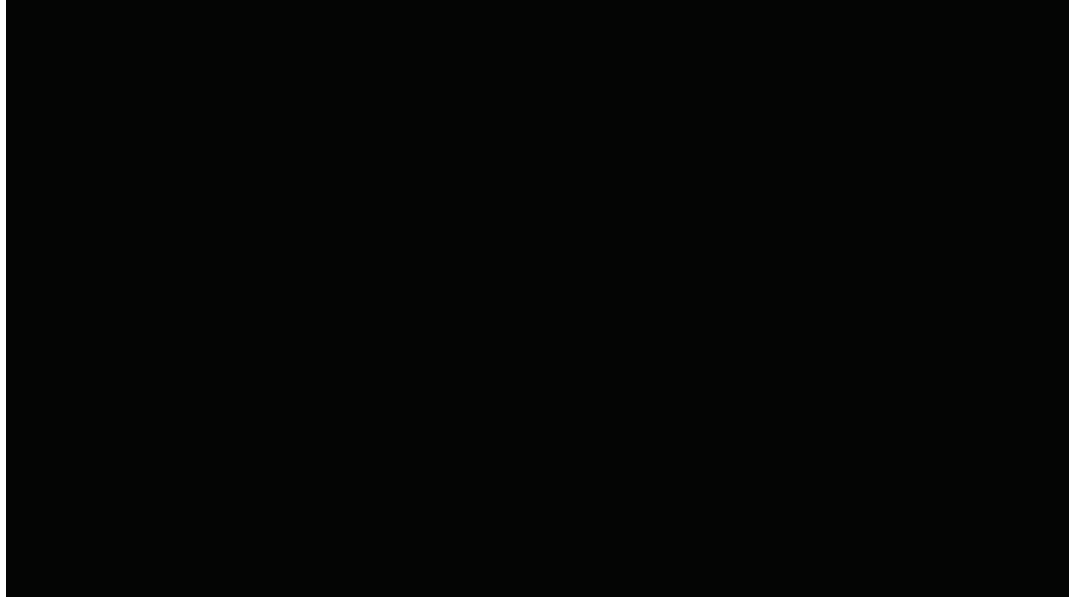
- Kleine Stückzahlen und/oder kundenspezifisch angepasste Produkte
- Komplexe Bauteile und Konstruktionen, die so nicht anders zu fertigen sind (Leichtbau, Funktionsintegration...)
- Verkürzung der Iterationszyklen bei der Produktentwicklung
- Fertigung nach Bedarf, z.B. Fertigung von Ersatzteilen (z.B. für ältere Serienprodukte oder Überbrückungen)
- Fertigung am Ort des Bedarfs bei zentraler Konstruktion



INDUSTRIELLER EINSATZ

Beispiel: Herstellung von Innenohr-Hörgeräten

- Über 15 Mio. Hörgeräte wurden bereits gefertigt
- Additive Fertigung wird mittlerweile bei über 90% aller Hörgeräteschalen eingesetzt



ALLES VERSTANDEN?

Das sollte mindestens hängenbleiben:

- „3D-Drucken“ vs. „Additive Fertigung“
- Prozesskette und Verfahrensablauf der Additiven Fertigung



Additive Fertigung

Additive Fertigung 21 – 01 – Einführung

02 - Einordnung

Technische Universität Bergakademie Freiberg
IMKF - Additive Fertigung
Agricolastraße 1, 09599 Freiberg, Germany

Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler
Tel: +49 3731 39 30 66
henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de



imkf
INSTITUT FÜR MASCHINENELEMENTE
KONSTRUKTION UND FERTIGUNG

