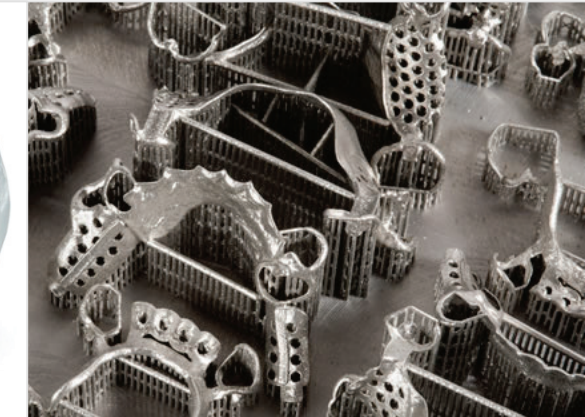
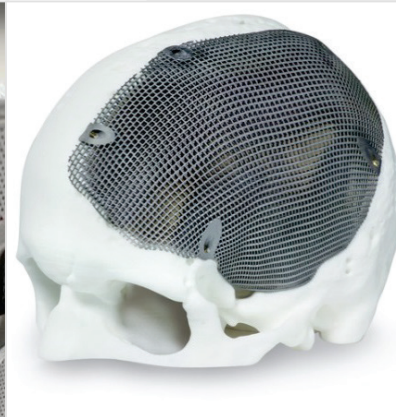
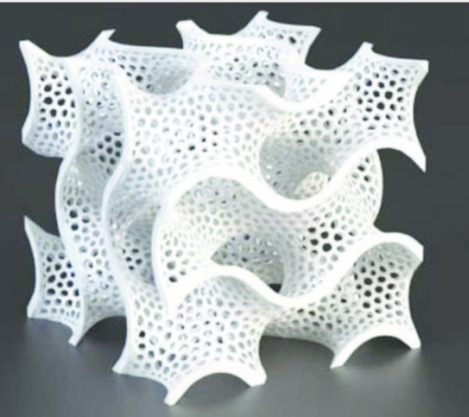


ADDITIVE FERTIGUNG - PREPROCESSING



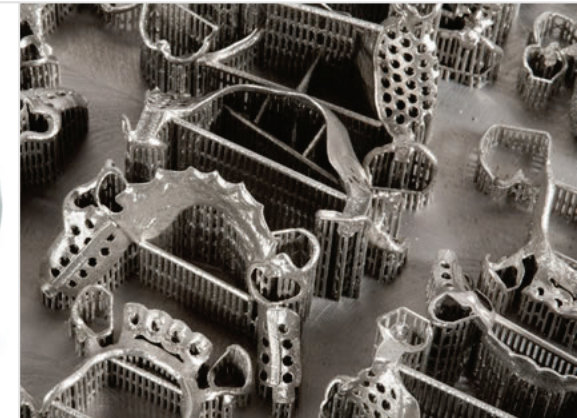
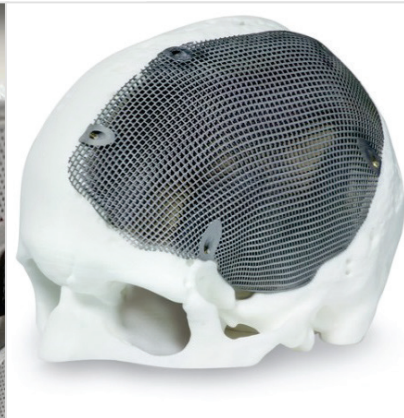
Sommersemester 2021

GLIEDERUNG

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

ADDITIVE FERTIGUNG – PREPROCESSING III

POSITIONIERUNG, SCHICHTZERLEGUNG UND PARAMETERVERGABE



AUFBAU DER VORLESUNG

1. Ablauf des Preprocessing
2. CAD-Datenerfassung
 1. 3D-CAD Modellierung
 2. 3D-Scanning
 3. Schichtweise Querschnittsaufnahme
3. Datenaufbereitung
 1. Datenformate
 2. Triangulation
 3. Fehler in der STL-Beschreibung
4. Positionierung & Orientierung
5. Schichtzerlegung
6. Parametervergabe

POSITIONIERUNG & ORIENTIERUNG



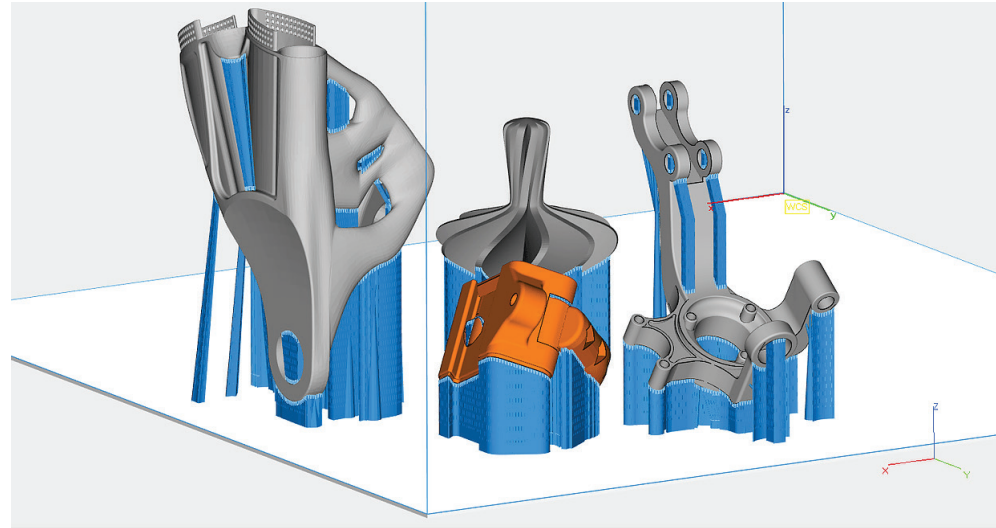
Ausrichtung des Bauteils im Bauraum, die durch Drehen des Bauteils um die Koordinatenachsen des Bauteilkoordinatensystems verändert wird.

Platzierung des Bauteils im Bauraum, die durch Translation des Bauteils entlang der Koordinatenachsen des Maschinenkoordinatensystems verändert wird.

POSITIONIERUNG & ORIENTIERUNG

...HABEN EINFLUSS AUF

- Stützstruktur
- Bauraumfüllung
- Oberflächenqualität
- Anisotropie (-richtung)
- Nachbearbeitung
- Fertigungszeit und -kosten

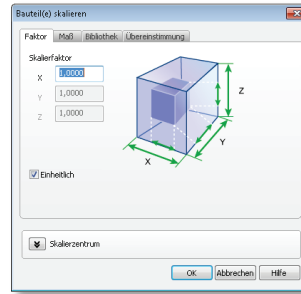


5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

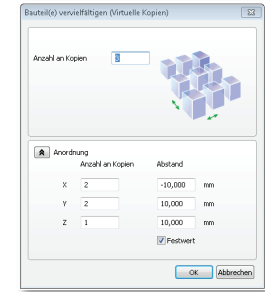
POSITIONIERUNG & ORIENTIERUNG

OPERATIONEN AM BEISPIEL DER SOFTWARE MAGICS

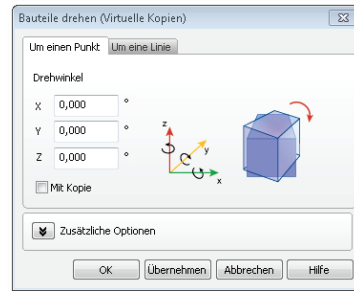
- Änderung (Anpassung) der Bauteilgröße durch Skalierung



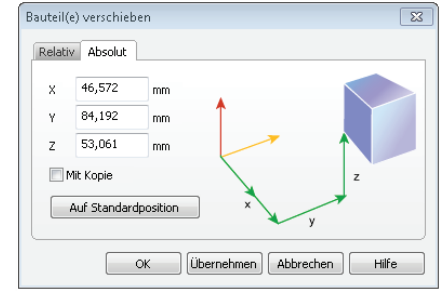
- Bauraumbelegung durch Vervielfältigen von Bauteilen



- Bauteilorientierung durch das Drehen



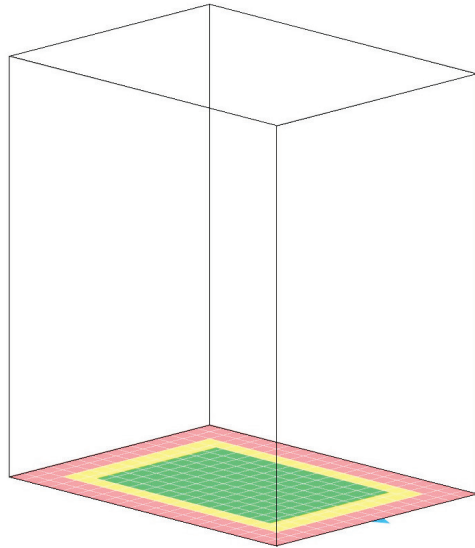
- Positionierung durch Bauteilverschiebung



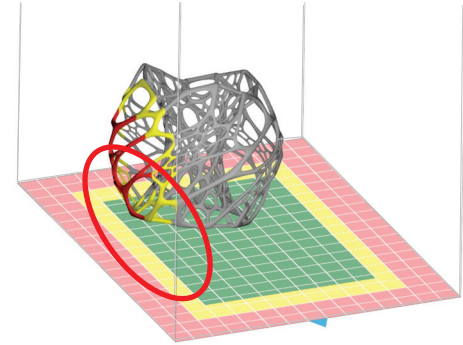
POSITIONIERUNG & ORIENTIERUNG

MASCHINENSPEZIFISCHE BAURAUMBEREICHE UNTERSCHIEDLICHER EIGENSCHAFTEN

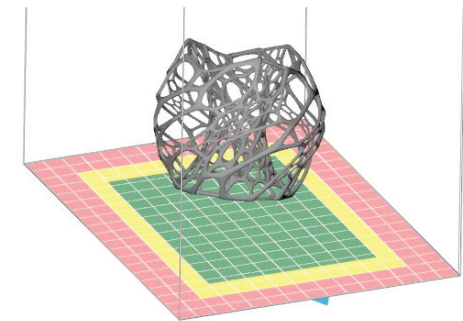
Virtueller Bauraum des Anlagensystems



Falsche Positionierung



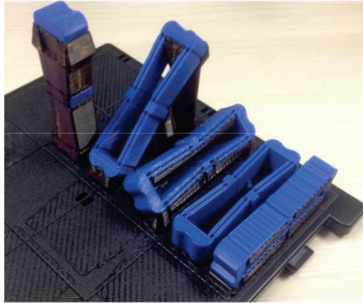
Korrekte Positionierung



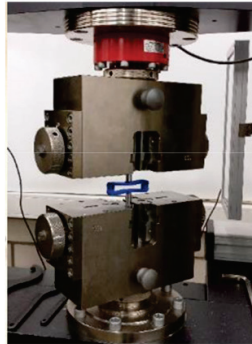
POSITIONIERUNG & ORIENTIERUNG

STEIFIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BAUTEILORIENTIERUNG

- Fertigung



- Prüfung



AUFBAU DER VORLESUNG

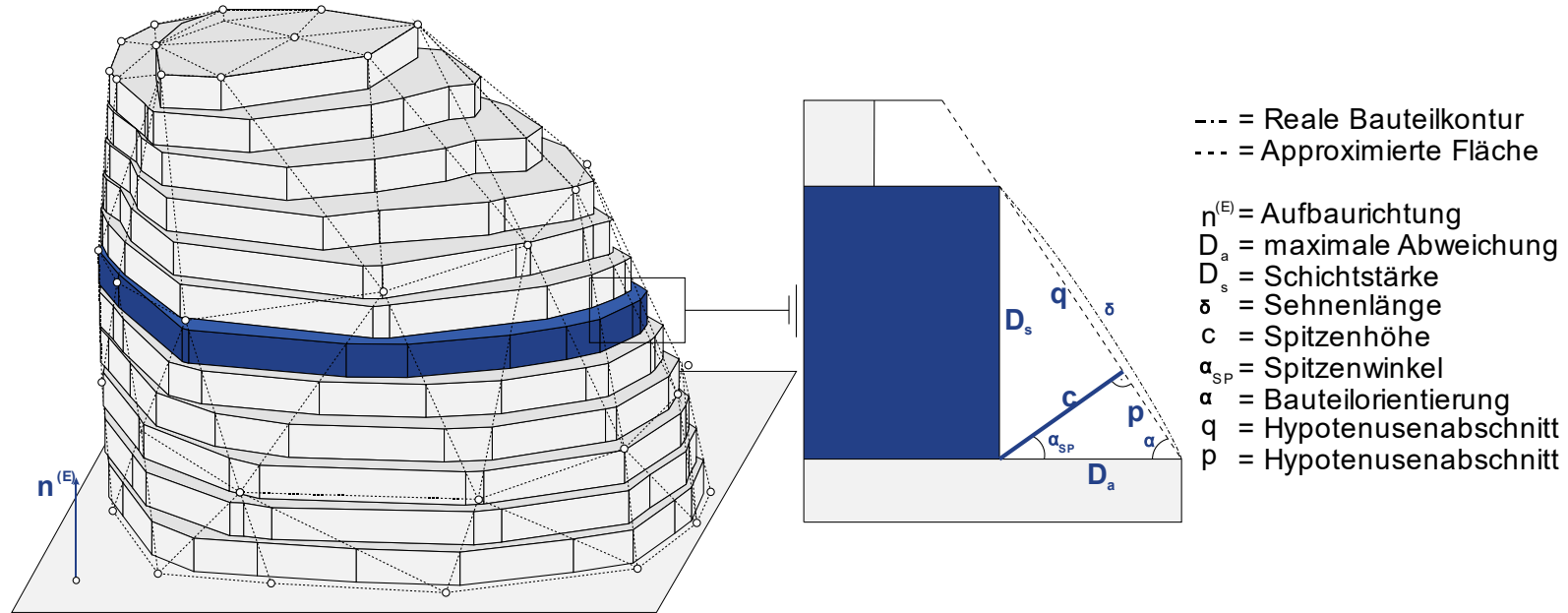
1. CAD-Datenerfassung
 1. 3D-CAD Modellierung
 2. 3D-Scanning
 3. Schichtweise Querschnittsaufnahme
2. Datenaufbereitung
 1. Datenformate
 2. Triangulation
 3. Fehler in der STL-Beschreibung
3. Positionierung & Orientierung
4. Schichtzerlegung
5. Parametervergabe

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

SCHICHTZERLEGUNG

Bereitstellung der Schichtinformationen

Zerlegung des 3D-CAD-Modells in ein 2,5D-Schichtkonturmodell

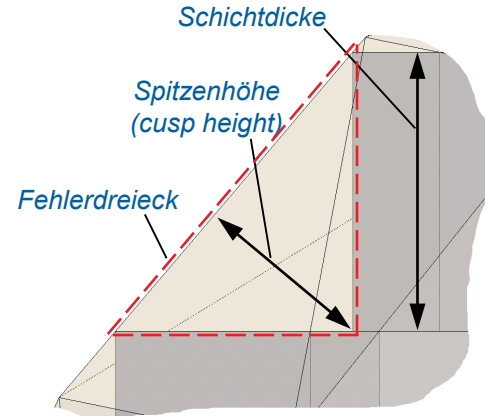
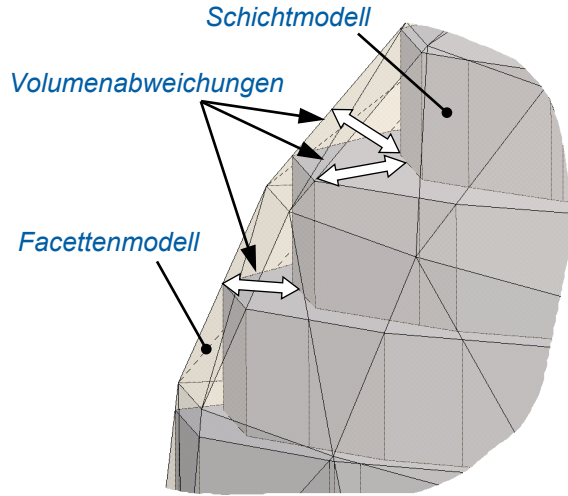


5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

SPITZENHÖHE

Quantifizierung des durch den Stufeneffekt auftretenden Fehlers

- Die Volumendifferenz zwischen Facetten- (STL) und Schichtmodell und
- Fehlerdreiecke und die dazugehörige Spitzenhöhe (engl. cusp height)



[S. Danjou, P. Köhler: RapidTech 2009]

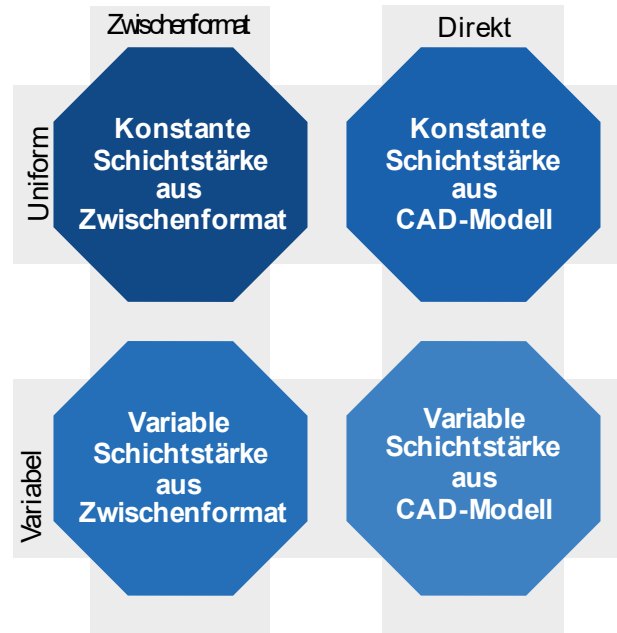
Beschreibung der Spitzenhöhe: $c = \sqrt{D_s^2 \cdot (1 - \sin^2 \alpha)}$

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

STRATEGIEN ZUR SCHICHTDATENZERLEGUNG

Mathematische Zerlegung der Geometrieprepräsentation

Konturschnitte werden in die aktuelle Höhenkoordinate des 3D-Modells gelegt



5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

METHODEN ZUR ADAPTIVEN SCHICHTZERLEGUNG

Inkrementelle Zerlegung

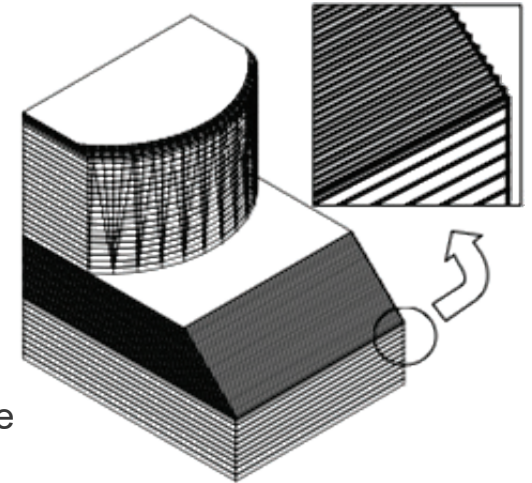
Das Bauteil wird in einem einzigen Zyklus schichtweise auf die maximal zulässige Schichtdicke hin untersucht. Unterscheidungsmerkmale der entwickelten Konzepte sind die unterschiedlichen Ansätze zur Quantifizierung des Fehlermaßes der Geometrieabweichung.

Top-Down-Zerlegung

Im Gegensatz zur inkrementellen Vorgehensweise erfolgt die Schichtzerlegung zunächst mit einer großen Schichtdicke. In einem weiteren Schritt werden, je nach Anforderung an die Bauteilgenauigkeit, die einzelnen Schichten iterativ verfeinert.

Bottom-Up-Zerlegung

Das zu fertigende Objekt wird in Schichten mit kleiner Dicke zerlegt. Anschließend werden aufeinanderfolgende Schichten mit geringen Abweichungen zwischen den Schnittkonturen sequenziell zusammengefasst, so dass sich die Schichtdicke ohne nennenswerte Verringerung der Abbildungsgenauigkeit erhöhen lässt.



5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

2,5D SCHICHTREPRÄSENTATIONEN

- Format zum Austausch von Schichtdaten zwischen der Jobvorbereitungssoftware und der Prozesssteuerung
- Kann mehrere Modelle enthalten, die durch offene und geschlossene Polygone und Schraffurlinien beschrieben werden können
- Querschnitte gekrümmter Flächen können nur approximativ wiedergegeben werden
- Enthält nur die einzelnen 2D-Schichtinformationen

Offenes Schnittstellenformat

- CLI - (Common Layer Interface)

Anlagenspezifische Schnittstellenformate

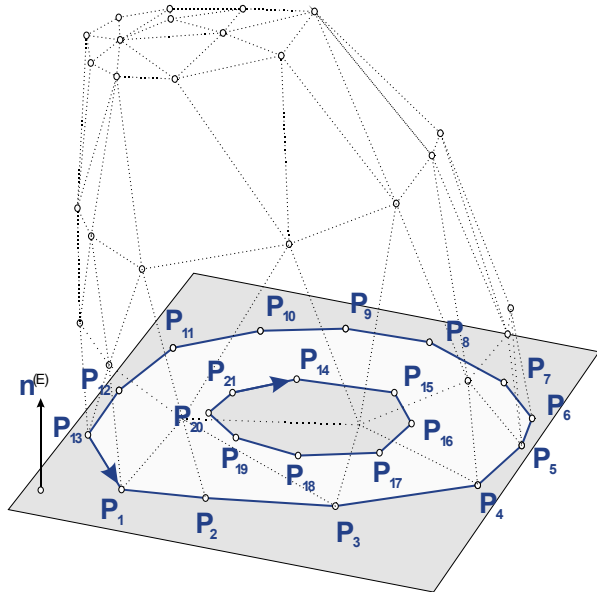
- ABF - Arcam Build Files
- CLS - Concept Laser Slice Files
- SSL - Stratasys Layer File
- USF - Universal Slice Files
- SLC - Slicing Contour Format

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

STRUKTUR EINER CLI-DATEI

Flexibles, anlagenneutrales Datenformat

Beschreibung der Geometrie durch die Summe der aufsteigenden Schichten



\$\$HEADERSTART
\$\$ASCII
\$\$UNITS/0.001
\$\$HEADEREND

Beginn der Kopfzeile
 Definition des Dateiformats
 Definition der Einheiten
 Ende der Kopfzeile

\$\$GEOMETRYSTART
\$\$LAYER/15.6

Beginn der Geometry-Sektion
 Aktuelle Schicht

\$\$POLYLINE/1, 0, 1, P_{1_x},P_{1_y}, P_{2_x}, P_{2_y},
\$\$POLYLINE/1, 0, 1, P_{2_x},P_{2_y}, P_{3_x}, P_{3_y},

Polylinie der Außenkontur
 Polylinie der Außenkontur

...

\$\$POLYLINE/1, 0, 1, P_{11_x},P_{11_y}, P_{12_x}, P_{12_y},
\$\$POLYLINE/1, 0, 1, P_{12_x},P_{12_y}, P_{13_x}, P_{13_y},
\$\$POLYLINE/1, 0, 2, P_{14_x},P_{14_y}, P_{15_x}, P_{15_y},
\$\$POLYLINE/1, 0, 2, P_{15_x},P_{15_y}, P_{16_x}, P_{16_y},

Polylinie der Außenkontur
 Polylinie der Außenkontur
 Polylinie der Innenkontur
 Polylinie der Innenkontur

...

\$\$POLYLINE/1, 0, 2, P_{19_x},P_{19_y}, P_{20_x}, P_{20_y},
\$\$POLYLINE/1, 0, 2, P_{20_x},P_{20_y}, P_{21_x}, P_{21_y},

Polylinie der Innenkontur
 Polylinie der Innenkontur

\$\$LAYER/15.7

Folgende Schicht

...

\$\$GEOMETRYEND

Ende der Geometry-Sektion

AUFBAU DER VORLESUNG

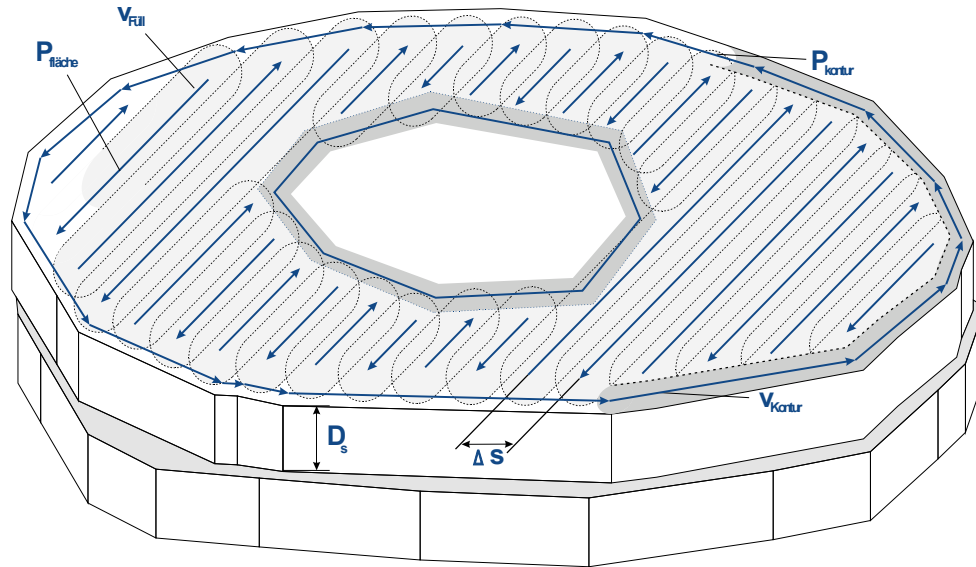
1. Ablauf des Preprocessing
2. CAD-Datenerfassung
 1. 3D-CAD Modellierung
 2. 3D-Scanning
 3. Schichtweise Querschnittsaufnahme
3. Datenaufbereitung
 1. Datenformate
 2. Triangulation
 3. Fehler in der STL-Beschreibung
 4. Datennutzung
4. Positionierung & Orientierung
5. Schichtzerlegung
6. Parametervergabe

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

PARAMETERVERGABE

Erzeugung der Belichtungsbahnen

Nach der Schichtdatengenerierung und den dadurch erzeugten geometrischen Schichtinformationen müssen die anlagen- und prozessspezifischen Parameter definiert werden

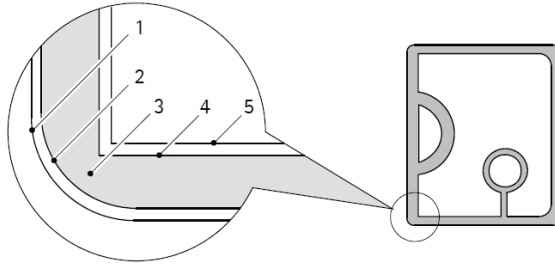


- - - = Reale Bauteilkontur
- = Sollkontur
- ➔ = Belichtungsrichtung
- ☐ = Füllbelichtung
- ▒ = Konturbelichtung
- = Unversintertes Pulver
- $P_{\text{fläche}}$ = Laserleistung (Füllbereich)
- $V_{\text{fläche}}$ = Lasergeschwindigkeit (Füllbereich)
- Δs = Spurbstand
- P_{kontur} = Laserleistung (Kontur)
- v_{kontur} = Lasergeschwindigkeit (Kontur)
- h = Strahlverschiebung
- D_s = Schichtstärke

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

PARAMETERVERGABE AM BSP LASER-SINTER-PROZESS

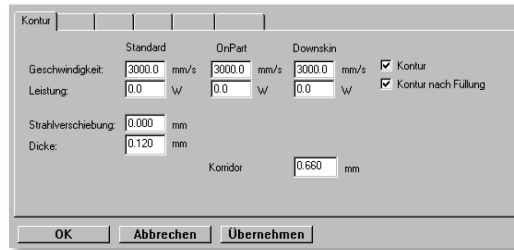
Bedeutung der Spurlinien



- 1 (Rot) = ausgewählte Bauteile
- 1, 5 (Fettblau) = Originalkontur
- 2, 4 (Blau) = Außenkontur, strahlkompensiert
- (Magenta) = Spitzen und dünne Randbereiche
- 3 (Spurlinien) (Schwarz) = Downskin
- (Rot) = Upskin
- (Grün) = Inskin

Kontur

Definition der Parameter für das Belichten der Kontur in der Belichtungsart **Up/Downskin**.



Füllung

Definition der Parameter, mit denen eine verfestigte Schicht innerhalb der Kontur erzeugt wird





Additive Fertigung

Additive Fertigung – 05 – Preprocessing

03 – Positionierung, Schichtzerlegung und Parametervergabe

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





Additive Fertigung

Additive Fertigung – 05 – Preprocessing

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

