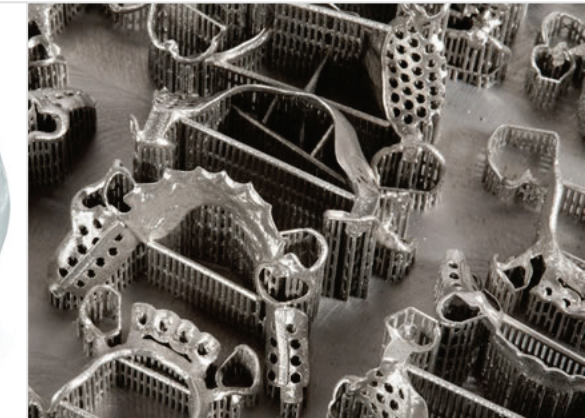
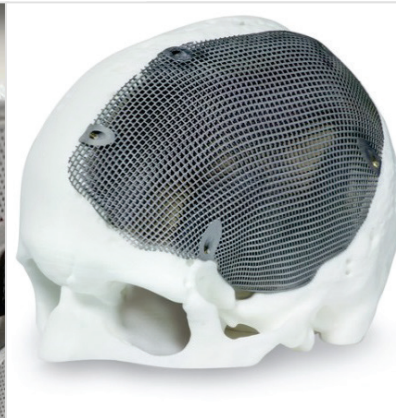
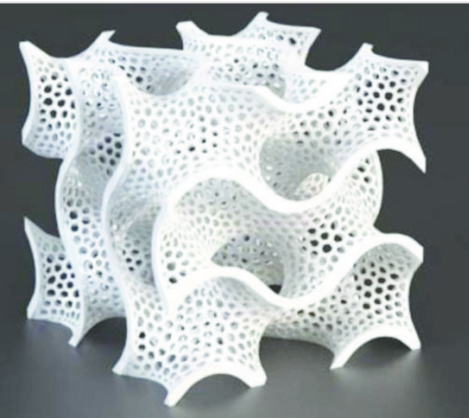


# ADDITIVE FERTIGUNG

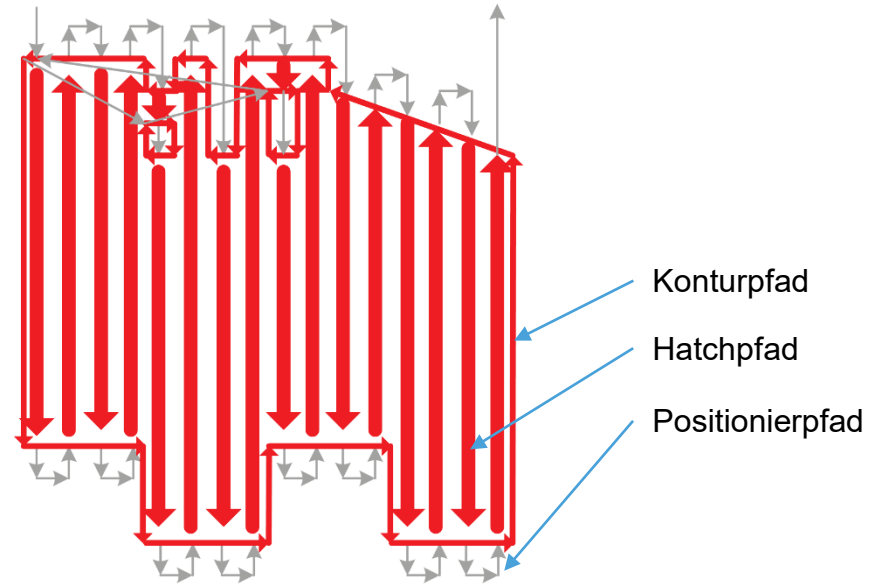
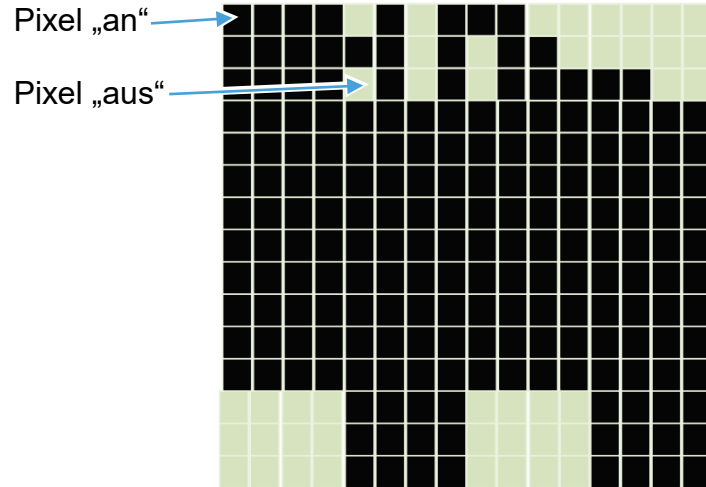


Sommersemester 2021

# 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

# RASTER VS. VEKTOR

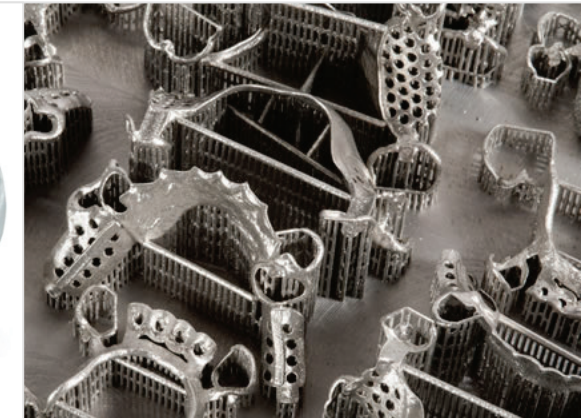
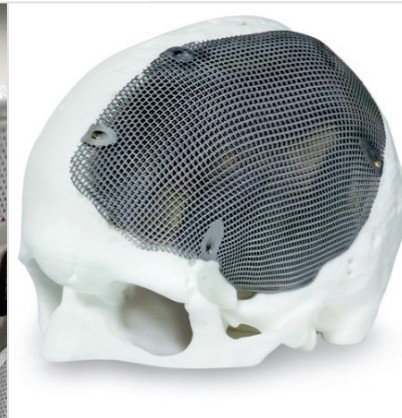
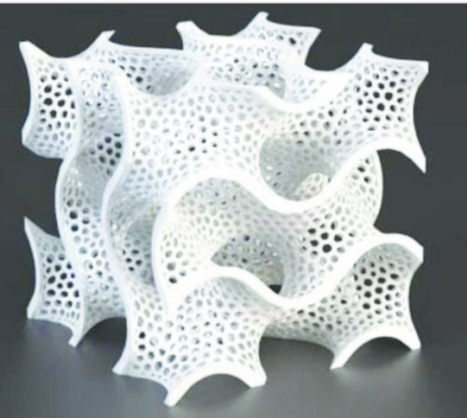


# ÜBERSICHT

Gewählte Einteilung:

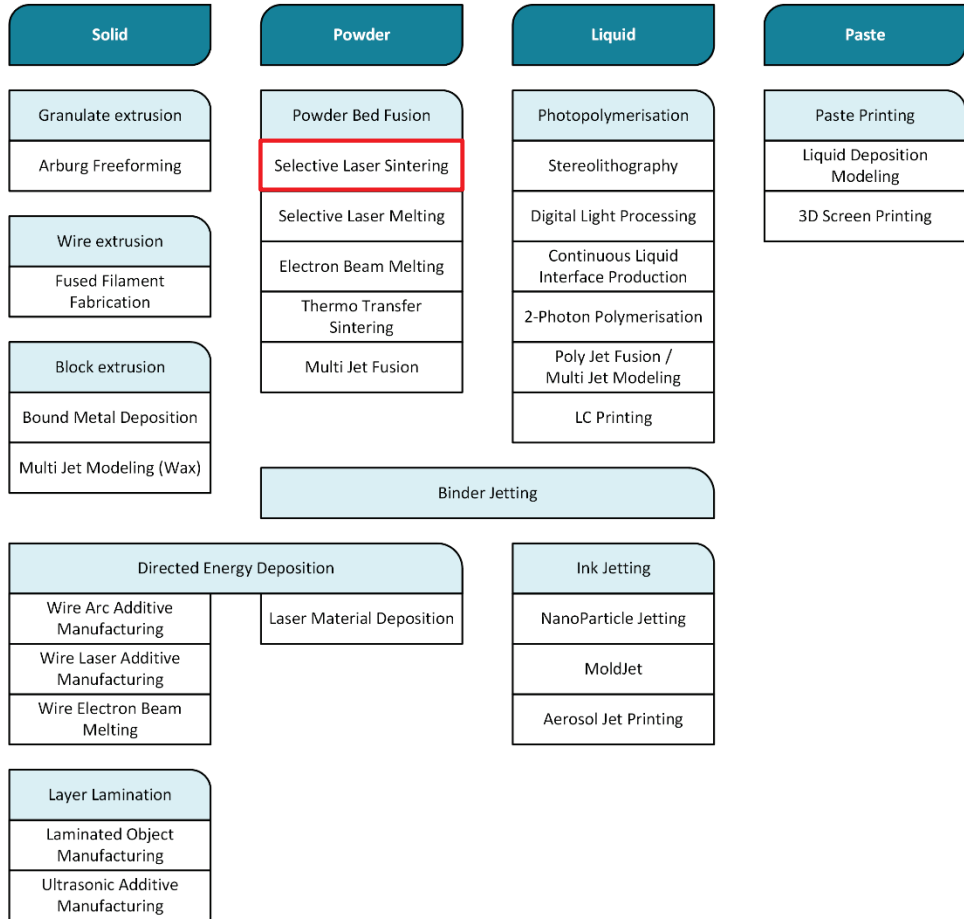
- nach dem Zustand des Ausgangsmaterials
- Untergruppierung nach dem Mechanismus

# ADDITIVE FERTIGUNG – SLS I VERFAHRENSABLAUF UND VORBEREITUNG



Sommersemester 2021

## SLS

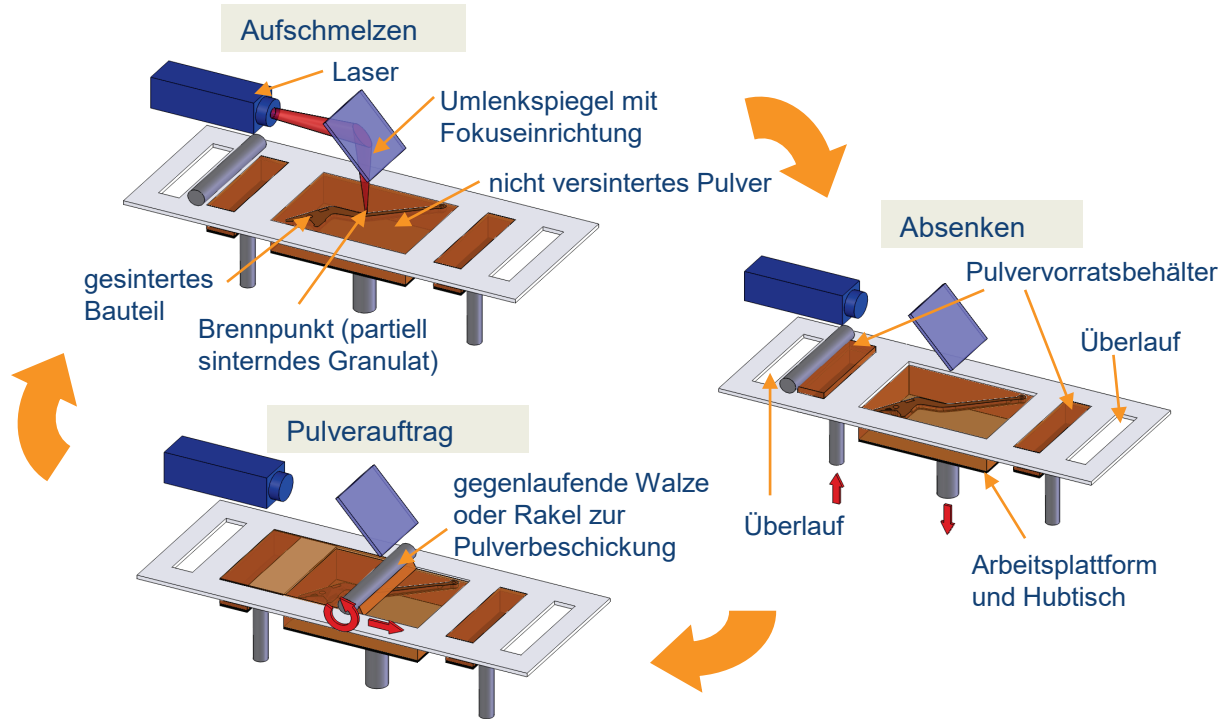


## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

# SLS: KURZBESCHREIBUNG nach VDI 3405

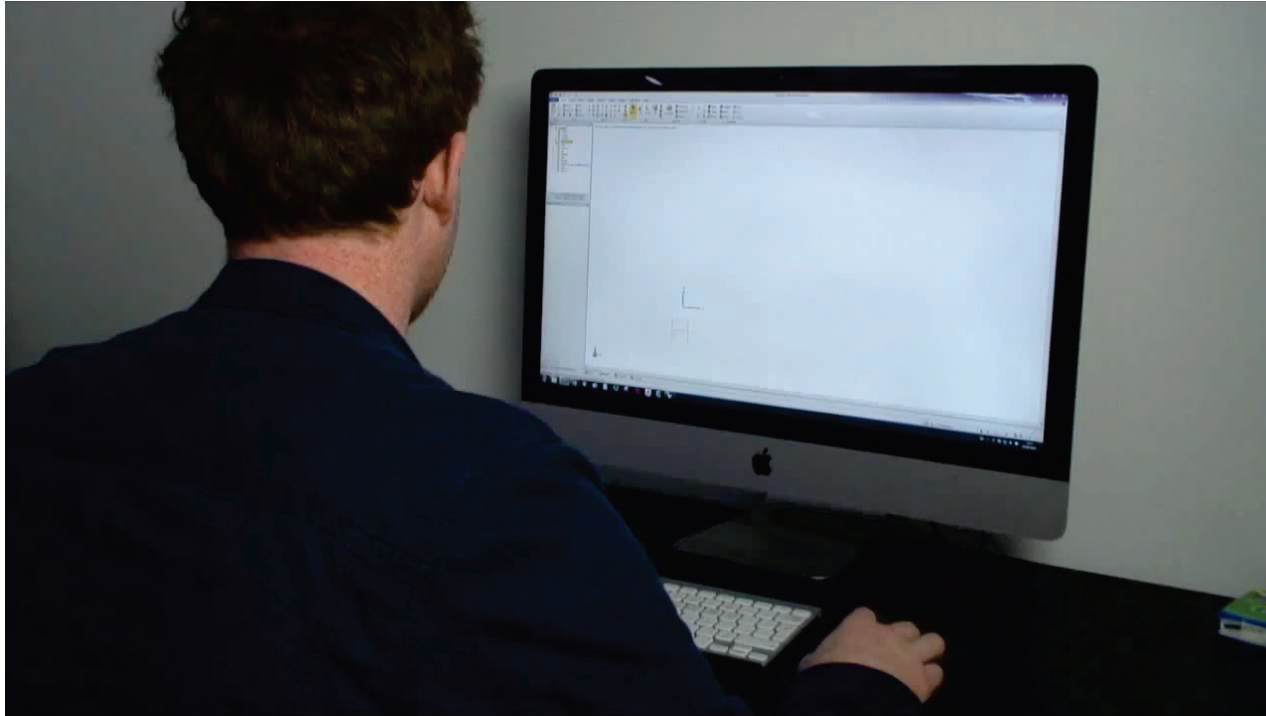
<b>Bauprozess</b>	Schicht-für-Schicht-Bauprozess durch lokales Sintern pulverförmiger Werkstoffe unter Einwirkung von Laserstrahlung
<b>Ausgangsmaterial</b>	Pulverförmig: teilchenverstärkte <b>Polymere</b> , Polymermischungen, niedrigschmelzende Metalllegierungen, Keramiken mit Füllstoff oder Binder
<b>Bindungsmechanismus</b>	Physikalisch (thermisch)
<b>Vorgehen bei Materialverarbeitung</b>	Vektororientiert
<b>Aktivierungsenergie</b>	Erwärmung durch Laser; Vorheizen mit (Infrarot-)Strahler
<b>Postprozess</b>	Kontrolliertes Abkühlen, Entpacken, Reinigen mittels Druckluft Verbesserung der Bauteiloberflächen durch Folgetechnologien: Gleitschleifen (Trowalisieren) / Strahlen / Lackieren

# SLS – VERFAHRENSABLAUF



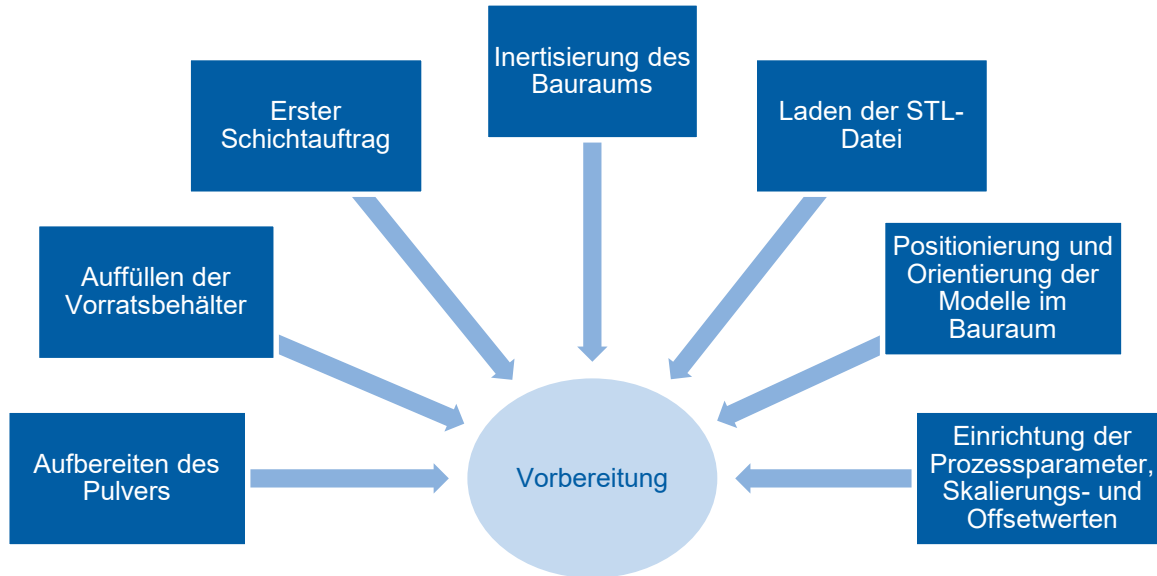
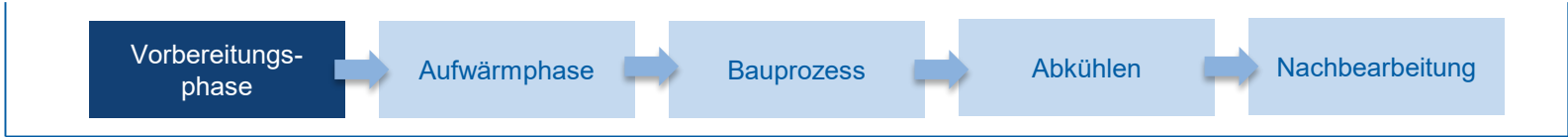
## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

# SLS: VIDEO



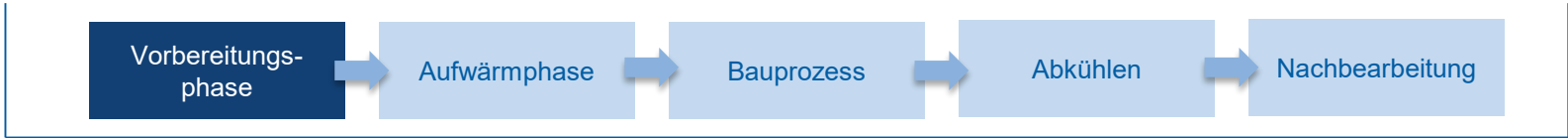
## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

# SLS: VORBEREITUNGSPHASE



## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

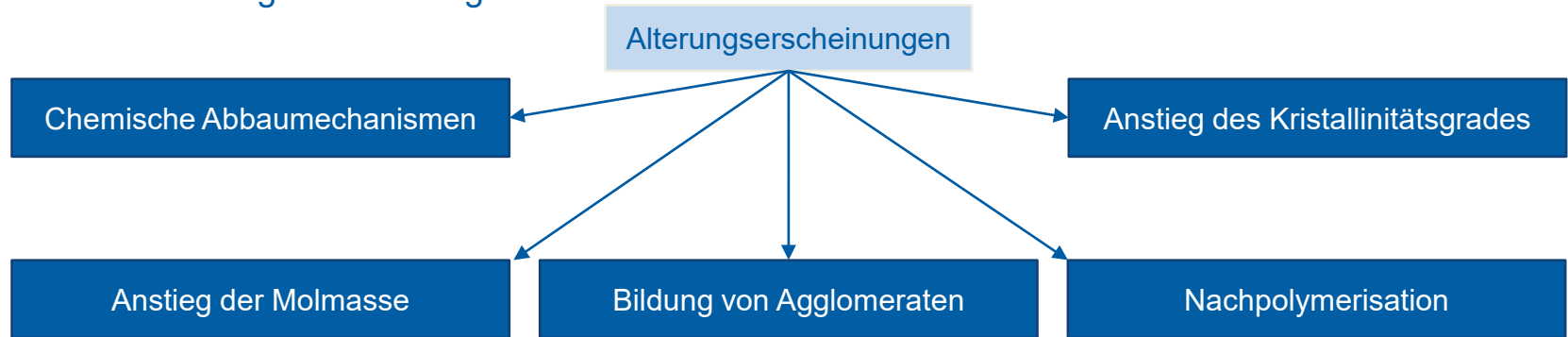
# SLS: VORBEREITUNGSPHASE



### Aufbereiten des Pulvers // Auffüllen des Pulverbehälters

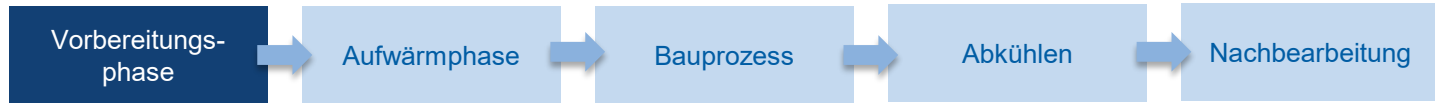
- Reine Materialausnutzung liegt bei einem Gewichtsanteil von 10 - 20 %
- Die verbleibenden 80 - 90 % unterliegen dennoch den allgemeinen Prozessbedingungen

### Thermische Langzeitbelastungen



## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

# SLS: VORBEREITUNGSPHASE

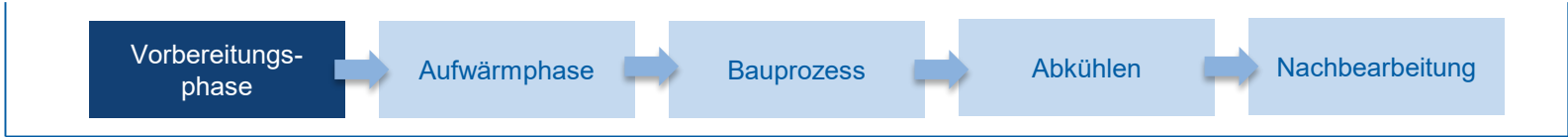


### Aufbereiten des Pulvers // Auffüllen des Pulverbehälters

- Anlagenhersteller empfehlen das Auffrischen des Altpulver mit Neupulver
  - Fa. EOS: 30 - 50 % Neupulver
  - Fa. 3d-Systems:  $\frac{1}{3}$  Neupulver,  $\frac{1}{3}$  genutztes Pulver und  $\frac{1}{3}$  überschüssiges Pulver aus dem Überlaufbehälter
  
- Die gleichmäßige Befüllung der Behälter stellt sicher, dass die maximale Bauhöhe erreicht wird
- Zum Sieben des Pulvers wird ein elektrisch angetriebenes Sieb verwendet. Die Maschenweite des Siebs beträgt 500  $\mu\text{m}$ .

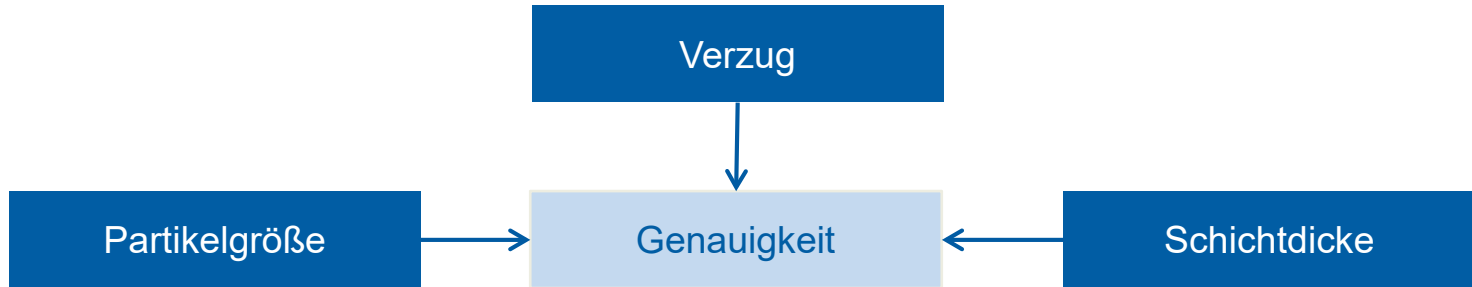


# SLS: VORBEREITUNGSPHASE



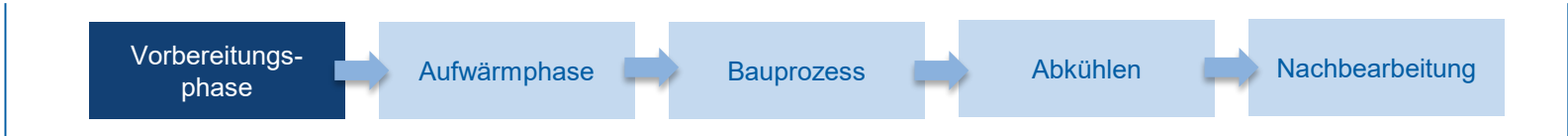
## Aufbereiten des Pulvers // Auffüllen des Pulverbehälters

- Kunststoffpulver setzt sich aus Partikeln mit 20 - 100 µm zusammen.
- Durch Siebung entstehen Fraktionen mit Kornanteilen, die typischerweise zu 90 % gleich oder kleiner als der Nenndurchmesser sind.



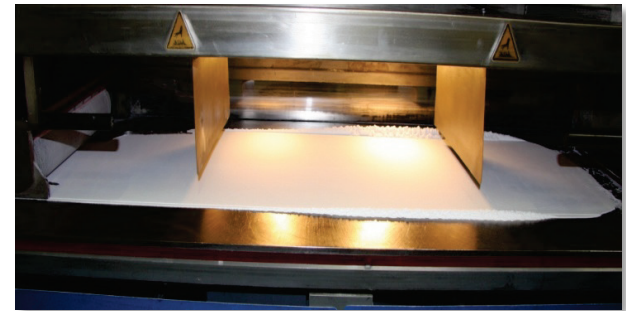
## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

# SLS: VORBEREITUNGSPHASE



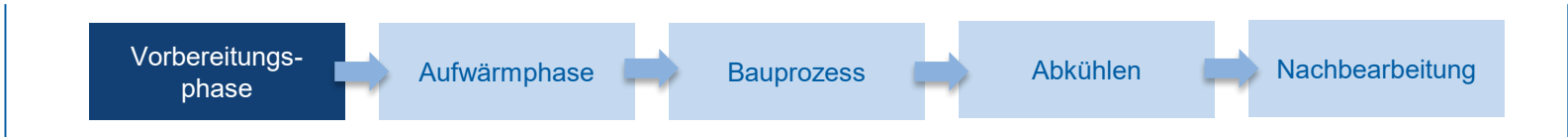
**Erster Schichtauftrag** (Am Beispiel des Anlagensystems DTM 2500)

- Die Walzenlängsachse bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v_L$  parallel zum Pulverbett
- Die Walze rotiert mit der Geschwindigkeit  $v_R$  (Roller Speed) relativ zur Pulveroberfläche.
- Die Drehrichtung unmittelbar über dem Pulverbett ist dabei der Richtung von  $v_L$  gleichgesetzt (Gegenrotation)



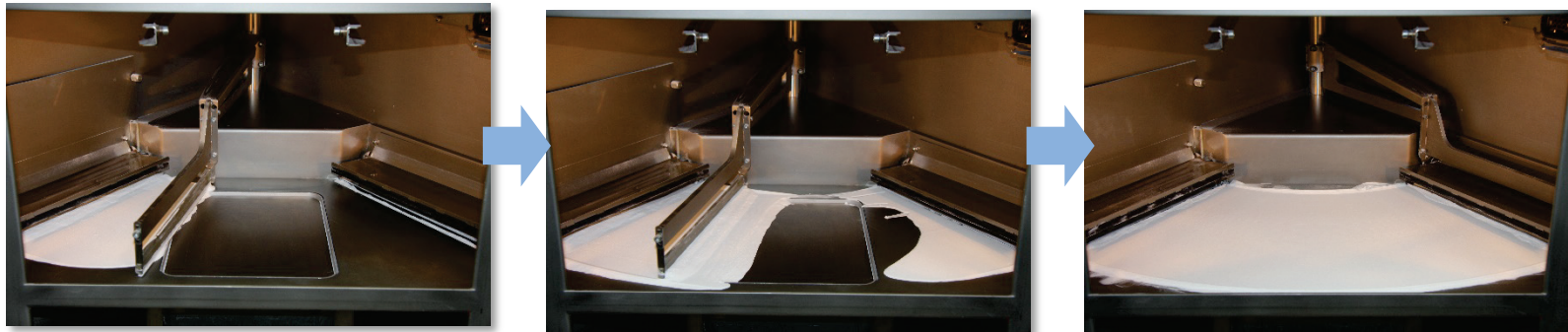
## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

# SLS: VORBEREITUNGSPHASE



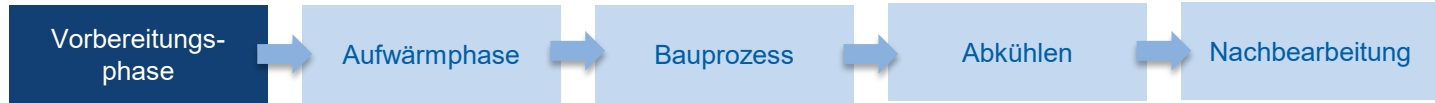
**Erster Schichtauftrag** (Am Beispiel des Anlagensystems Formiga P 100)

- Schichtauftrag erfolgt über Raker (verfügbar in verschiedenen Geometrien)
- Werkstoffbeschickung erfolgt kontrolliert einseitig
- Das für die Rückfahrt benötigte Pulver wird zusätzlich durch die Hinfahrt mitgefördert



## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

# SLS: VORBEREITUNGSPHASE



### Inertisierung des Bauraums

Der Sinterprozess läuft unter Stickstoffatmosphäre ab. Der Sauerstoffanteil im Bauraum wird dabei ständig unter 5 % gehalten.

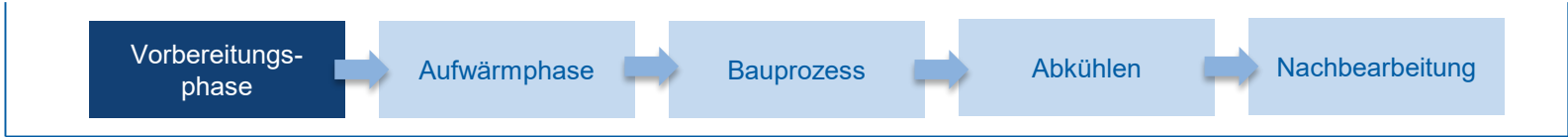
Ziel: Verhinderung von

- Pulverexplosion
- Oxidation des Werkstoffs, wodurch die Bauteile eine unansehnliche Verfärbung erhalten können

Die Anlagen verfügen nur teilweise über einen Stickstoffgenerator. Sie werden auch von extern mit Stickstoff aus einem Stickstoffgroßbehälter versorgt.

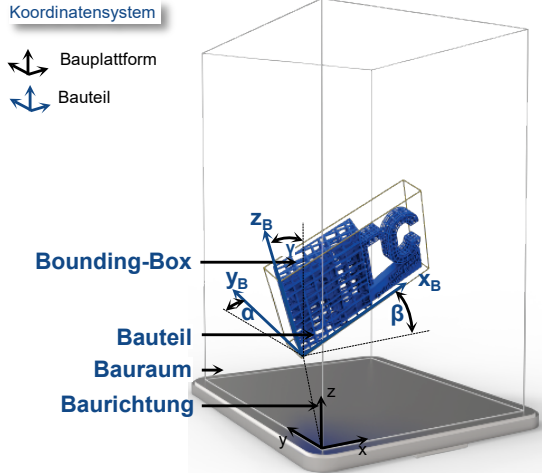
## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

# SLS: VORBEREITUNGSPHASE

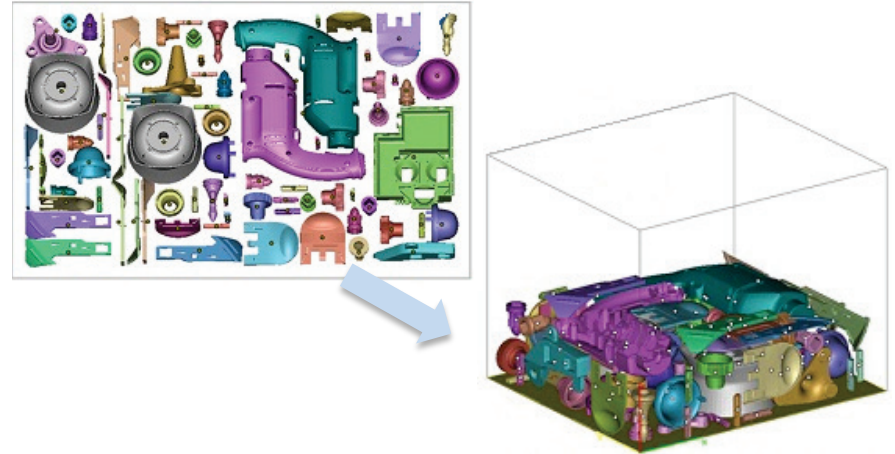


Laden der STL-Dateien // Positionierung und Orientierung der Modelle im Bauraum

Bauraum- und Bauteilkoordinatensystem

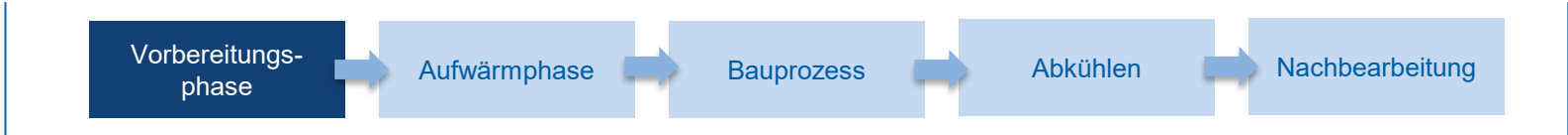


Lösen von Verschachtelungsproblemen



## 6 Additive Fertigungsverfahren – 1 Powder bed fusion

# SLS: VORBEREITUNGSPHASE



### Einrichtung der Prozessparameter, Skalierung und Offsetwerte

The image shows a software interface for SLS preparation. On the left, a 2D layout of several parts is shown on a grid. A blue square highlights one part, which is shown in a larger, zoomed-in view in the center. This zoomed view shows the part filled with green vertical lines, representing the hatching process. Two dialog boxes are open on the right, connected to the zoomed view by blue lines. The top dialog box is titled 'Füllung' (Hatching) and contains the following parameters:

Abstand:	0.30	mm
Geschwindigkeit:	4500.0	mm/s
Leistung:	0.0	W
Strahlverschiebung:	0.120	mm
		<input checked="" type="checkbox"/> Skywriting
Füllen:	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input checked="" type="checkbox"/> Y
		<input checked="" type="checkbox"/> Alternierend

The bottom dialog box is titled 'Kontur' (Contour) and contains the following parameters:

	Standard	OnPart	Downskin	
Geschwindigkeit:	3000.0	3000.0	3000.0	<input checked="" type="checkbox"/> Kontur
Leistung:	0.0	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/> Kontur nach Füllung
Strahlverschiebung:	0.000			
Dicke:	0.120			
		Korridor	0.660	mm



Additive Fertigung

# Additive Fertigung 21 – 06

## SLS I - Ablauf und Vorbereitungsphase

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

