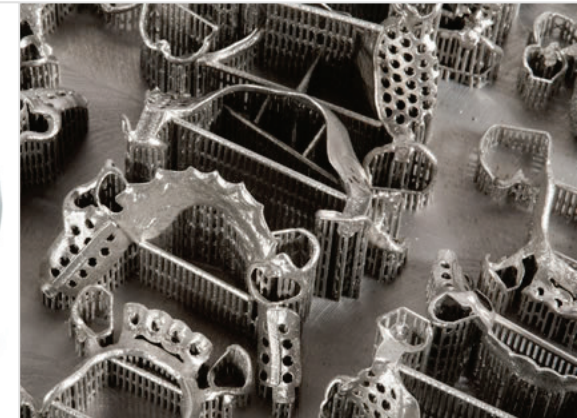
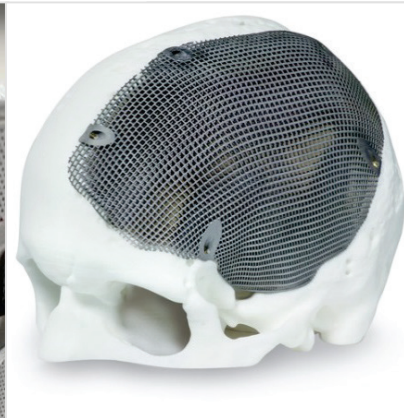
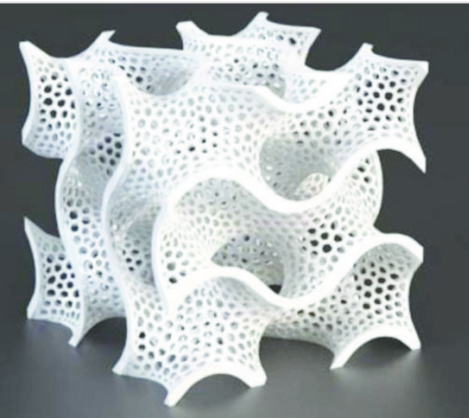


ADDITIVE FERTIGUNG – BINDER JETTING



Sommersemester 2021

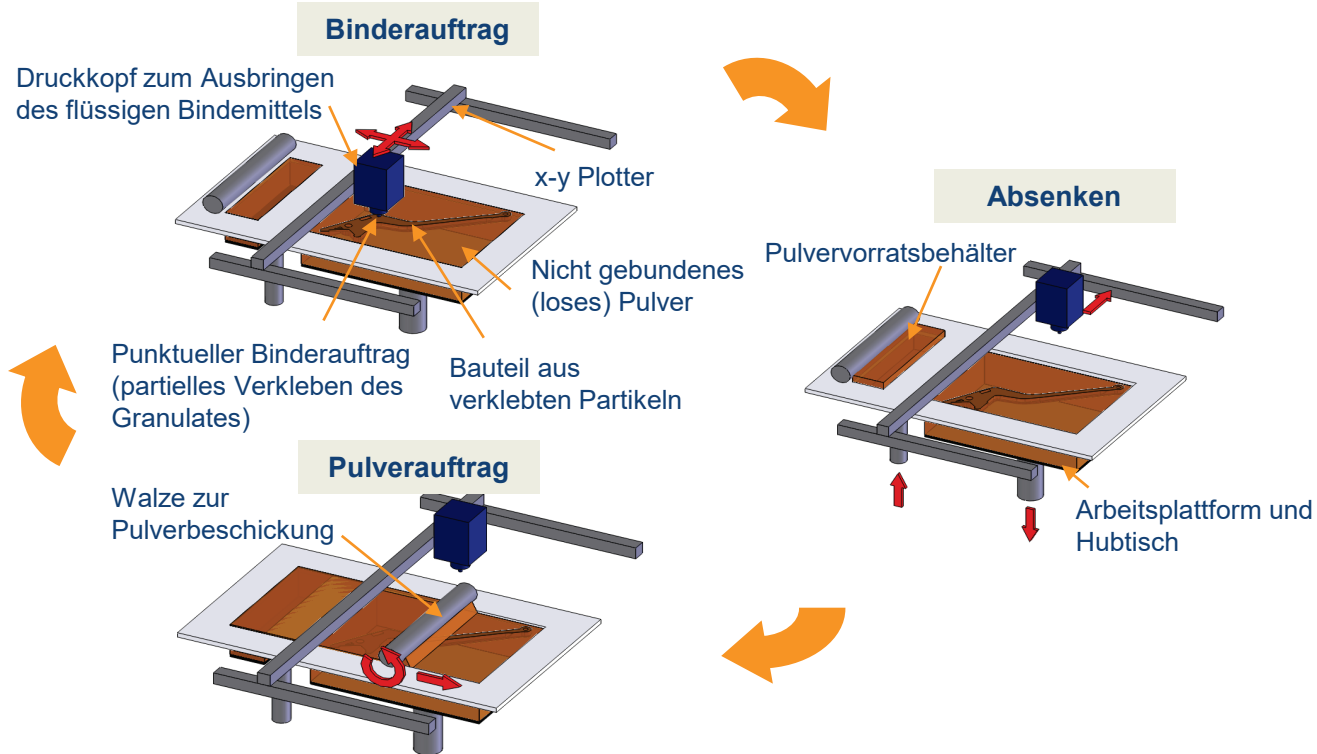
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

BINDER JETTING / 3DP: KURZBESCHREIBUNG

Bauprozess	Schicht-für-Schicht-Bauprozess durch Punkt-für-Punkt-Auftragen von Binder in ein Pulverbett oder Copolymerisierung von pulverförmigem Material
Ausgangsmaterial	Flüssig: Binder, wasser- oder lösemittelbasiert Pulverförmig: Pulvergemische (anorganische Pulver (Gips, Sand), Polymere, Metall, Keramiken, biobasierte Materialien etc.)
Bindungsmechanismus	chemisch (Vernetzung, Verklebung) und/oder physikalisch (thermisch, im Post-Prozess)
Vorgehen bei Materialverarbeitung	Vektor- oder (meist) rasterorientiert
Aktivierungsenergie	Je nach Binder rein chemisch, Wärme, UV-Strahlung
Postprozess	kontrolliertes Trocknen/Abkühlen, Auspacken, Reinigen mittels Druckluft Imprägnierung mit flüssigem Heißwachs oder Infiltrierung mit z.B. Epoxidharz, notwendig zur Erhöhung der mechanischen Belastbarkeit; Sintern (Keramik, Metall)

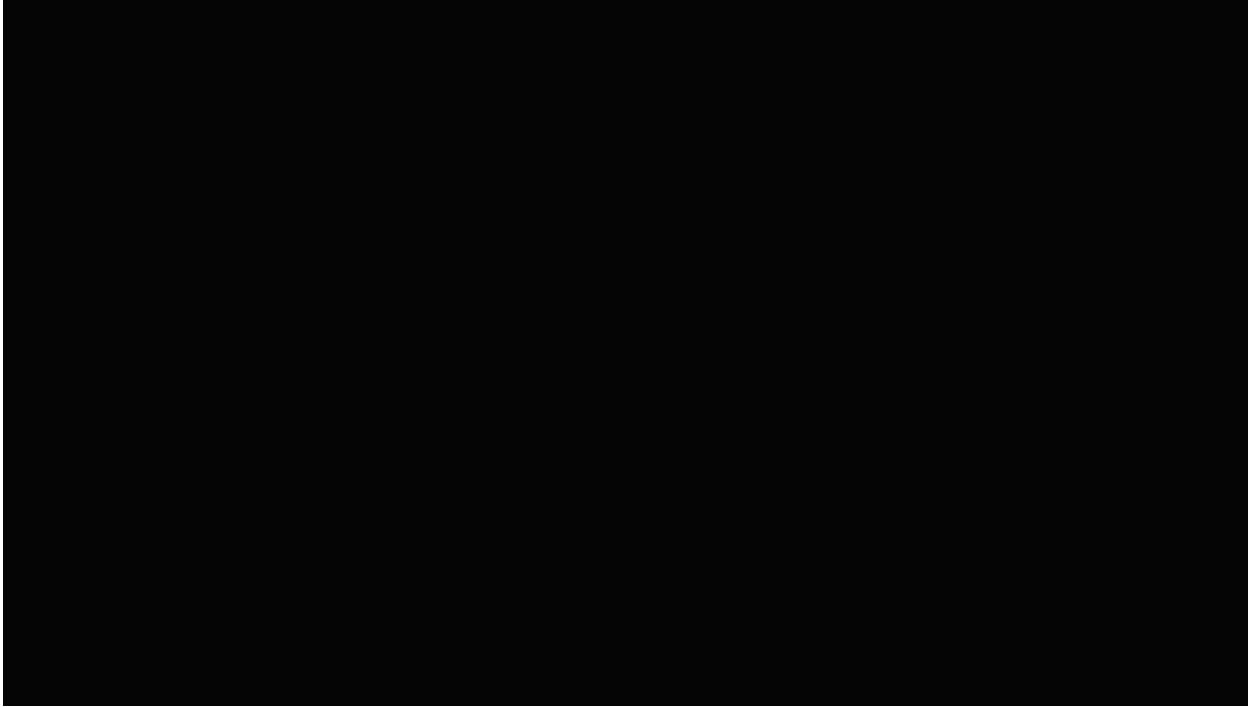
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

VERFAHRENSABLAUF

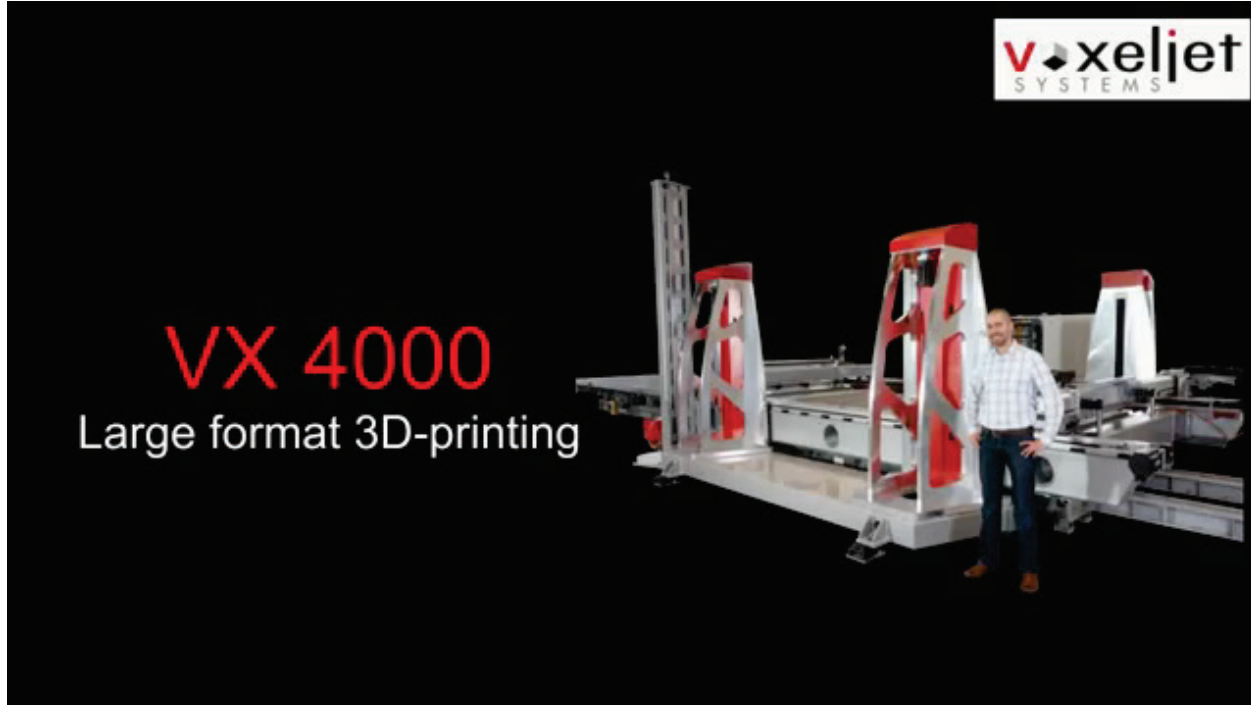


6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

BINDER JETTING: ABLAUF (VIDEO)

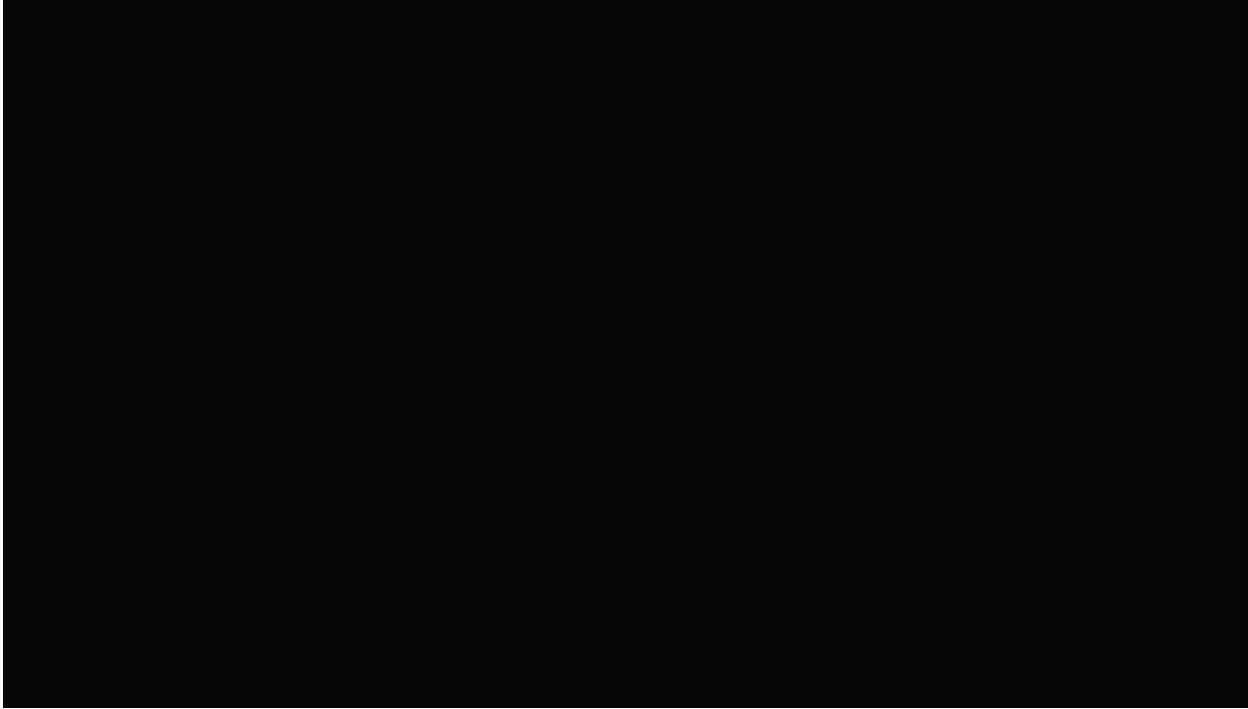


BINDER JETTING VON GROßEN GIESSFORMEN (VIDEO)



6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

BINDER JETTING VON METALLTEILEN (VIDEO)

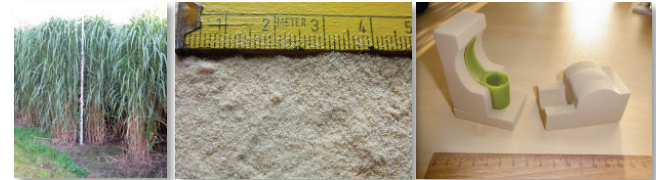


3DP MIT NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

- Nutzung von biobasierten und bioabbaubaren Materialien
- Upcycling von Reststoffen
- Lokal spezifisch vorhandene Rohstoffe
- ➔ Entwicklung von Pulver/Binder Kombinationen
- ➔ Entwicklung von Maschinenteknik (Materialvarianz/Bauteilgröße/Portabilität)
- ➔ Auslegung von Anwendungen



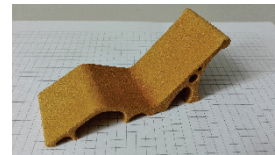
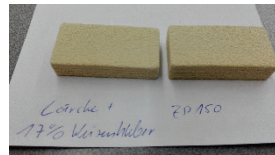
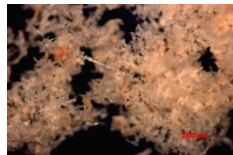
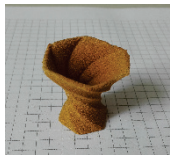
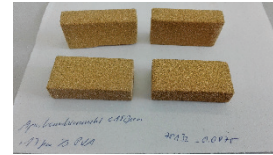
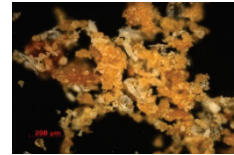
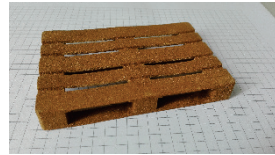
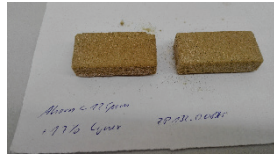
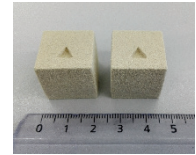
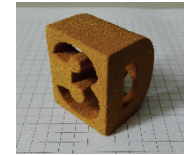
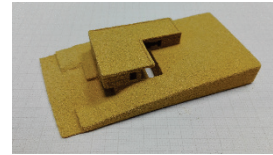
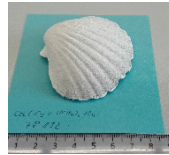
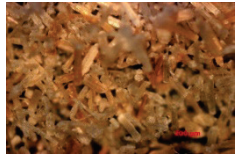
3D Printing mit nachwachsenden Rohstoffen (©BTE)



Miscanthusgras als Rohstoff für AM, Bauteil

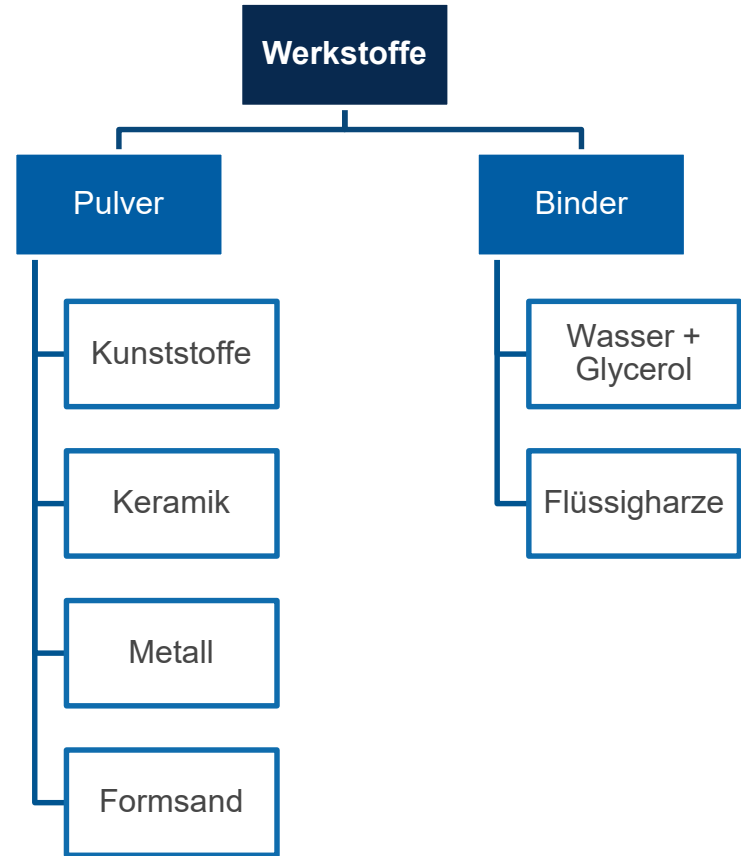
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

BINDER JETTING VON BIOBASIERTEN, BIOABBAUBAREN MATERIALIEN: BEISPIELE



WERKSTOFFE

- Bei Formsand wird zusätzlich ein Härter (Aktivator) eingemischt, der zur Festigkeit beiträgt, den Binder aufnimmt und somit eine selektive Festigung ermöglicht
- Das Verhältnis von Material zu Binder ist je Pulverwerkstoff unterschiedlich. So wird bei Kunststoffpulver ein Verhältnis von ca. 80:20 benutzt und bei Stahl von ca. 40:60.



6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 1) AUSGANGSSTELLUNG



Systemkomponenten

Beschichter

Zum Erstellen der Pulverschichten

Beschichterbefüllung

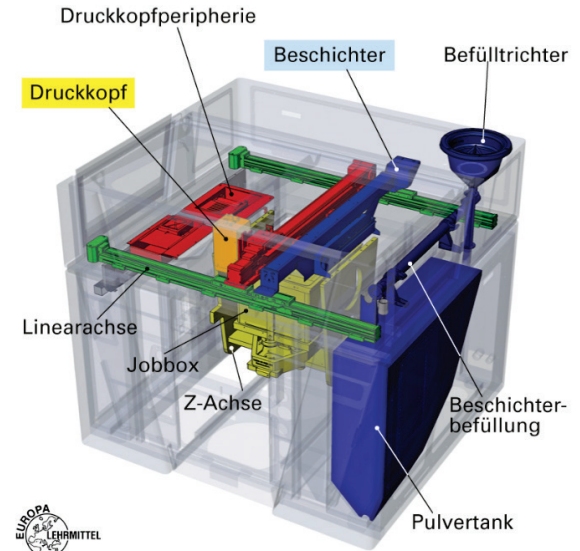
Zur Pulversorgung der Pulverauftragskomponente

Tanksystem

Zur ausreichenden Bevorratung des Pulvers

Formkasten

(Jobbox) Als Bauraum, in dem die Teile erzeugt werden

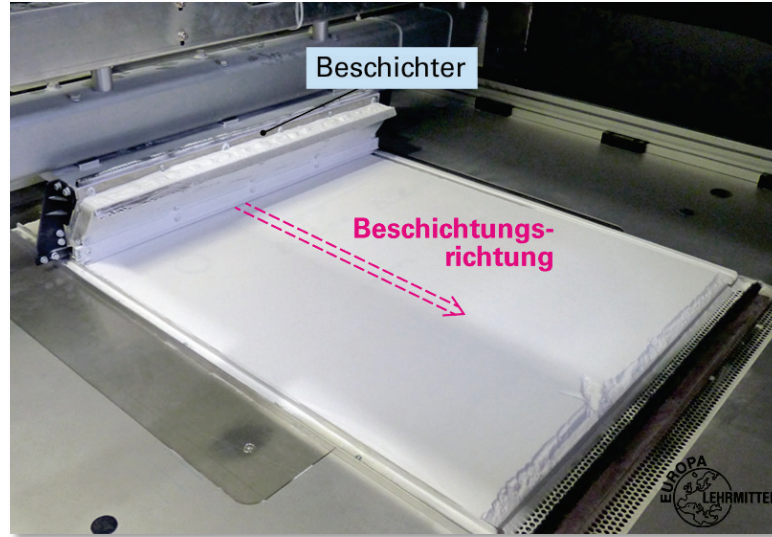


6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 2) BESCHICHTEN



Auftrag einer Pulverschicht



6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

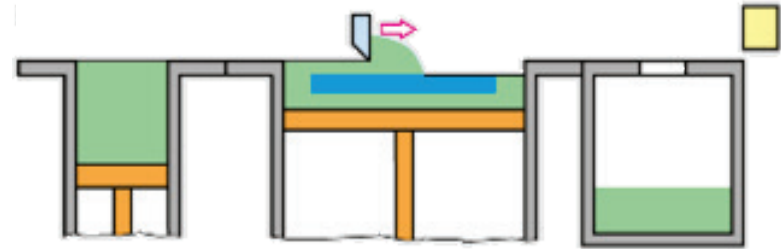
ABLAUF: 2) BESCHICHTEN



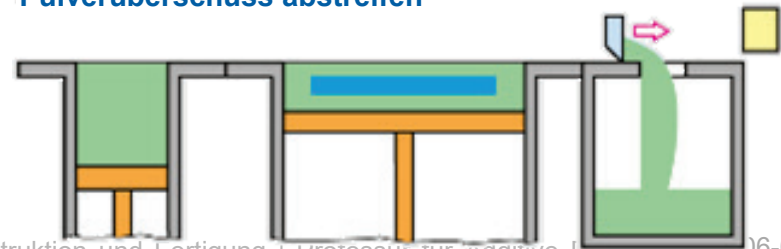
Beschichter Klinge/Rakel

- Eine vordosierte Menge Pulver wird mit Hilfe einer Klinge / eines Rakels über das Baufeld verteilt
- Überschüssiges Pulver fällt in einen Auffangbehälter und kann erneut genutzt werden
- Die erzeugbare Schicht hängt primär von der mittleren Korngröße des Pulvers ab (20 µm - 200 µm)
- Je nach Fließfähigkeit des Pulvers kommen verschiedene Rakelsysteme zum Einsatz (siehe auch nächste Folie)

Pulverauftrag



Pulverüberschuss abstreifen



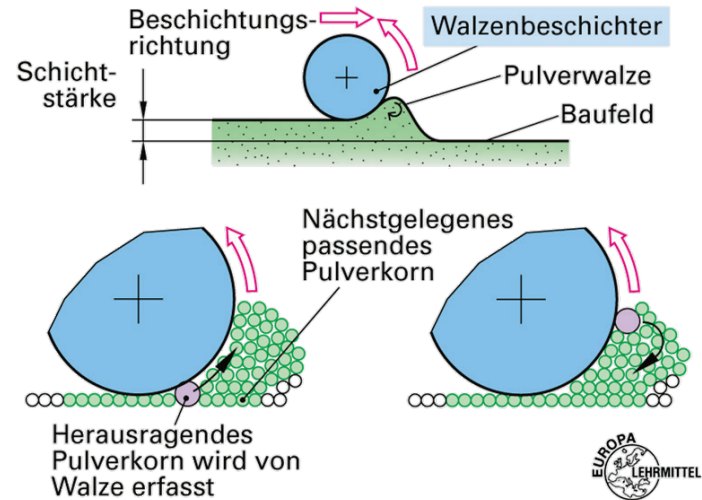
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 2) BESCHICHTEN



Walzenbeschichter

- Pulver wird über gegenläufige rotierende Walze verteilt
- Ständige Durchmischung der Pulverkörner durch Rotation
- Durchmesser der Walze muss auf Korndurchmesser abgestimmt sein



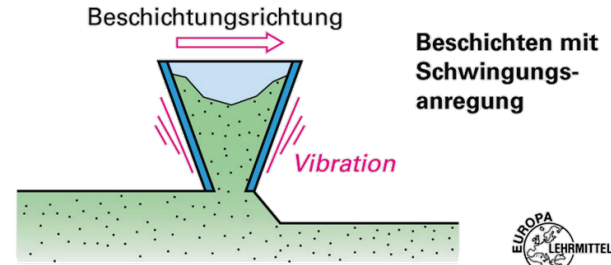
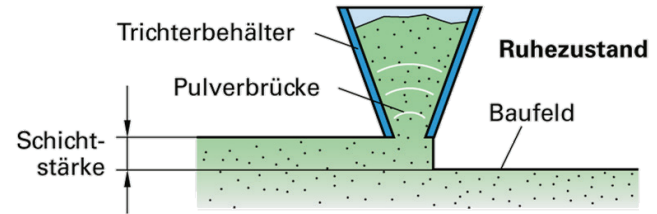
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 2) BESCHICHTEN



Vibrationsbeschichter

- Nutzung der Fluidisierung zur gezielten Schaltung des Pulverzuflusses
- An der Behälterunterseite befindet sich über der gesamten Länge ein Schlitz
- Im Ruhezustand bildet das Pulver Brücken aus, die den Ausfluss unterbinden
- Bei Bewegung werden die Brücken aufgelöst



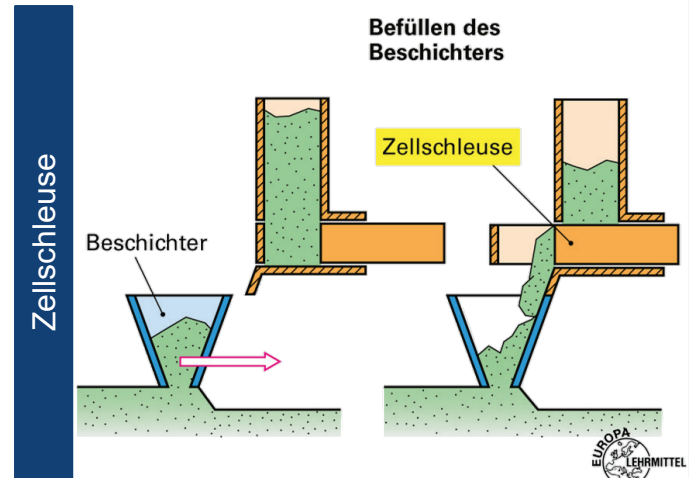
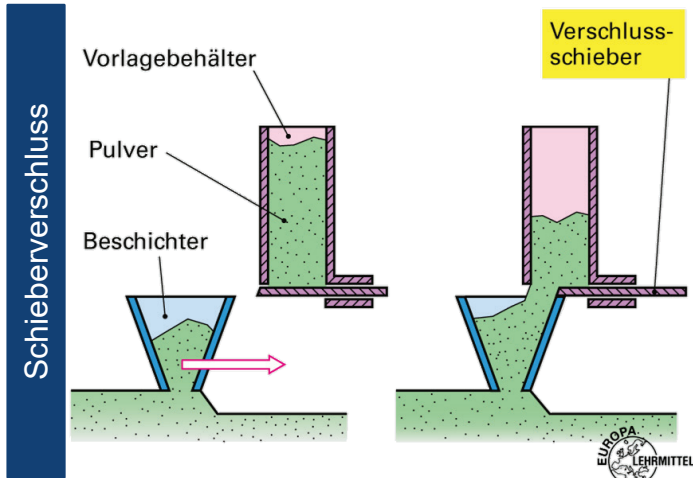
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 2) BESCHICHTEN



Vibrationsbeschichter

Zwei Arten der Pulverzuführung:



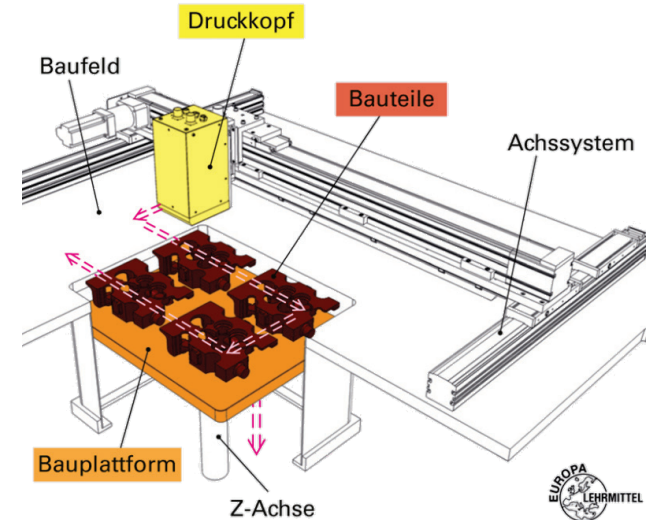
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 3) DRUCKEN



Bedrucken der frisch aufgetragenen Schicht

- Der Druckkopf entspricht weitestgehend den tintenverdruckenden Druckköpfen im 2D-Druckverfahren.
- Der Druckkopf bewegt sich horizontal und relativ zur absenkbaren Bauplattform.
- Durch den Druckkopf werden feinste Tröpfchen eines flüssigen Materials aufgetragen.
- Pulverpartikel gehen durch die Benetzung mit dem Binderfluid eine feste Verbindung ein und formen so die physikalische Schicht



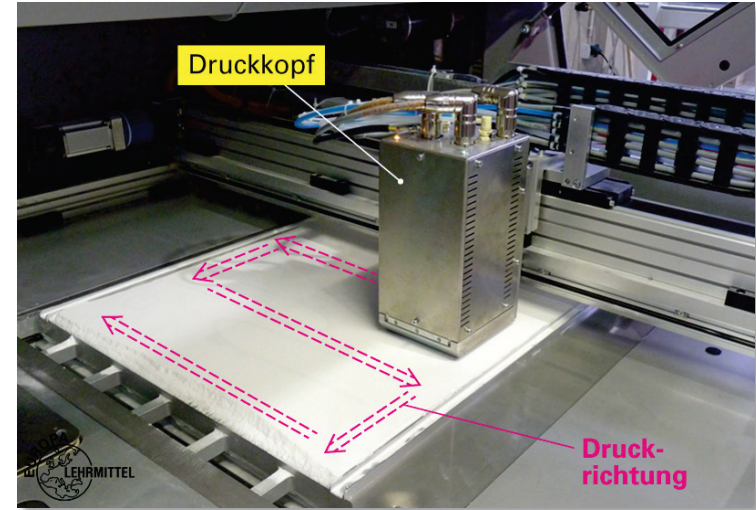
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 3) DRUCKEN



Bedrucken der frisch aufgetragenen Schicht

- Das nicht bedruckte Pulver bleibt ungebunden und stützt die Bauteile
- Erstellung dünnwandiger, überhängender Teile möglich
- Stapelung mehrerer Bauteile übereinander



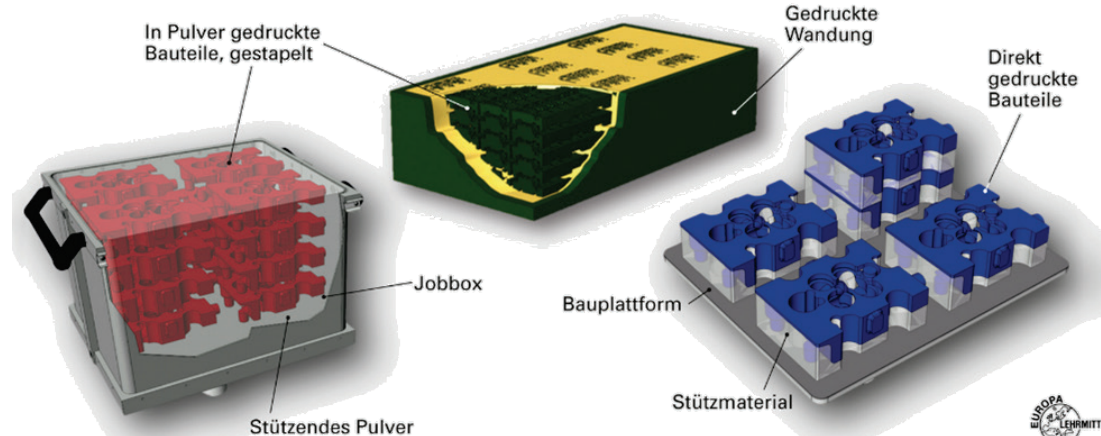
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 4) ABSENKEN UND RÜCKFAHRT



Formbehälter

Pulververarbeitende Systeme müssen die Bauplattform in einem umseitig geschlossenen Formbehälter positionieren, um kein Pulver zu verlieren.



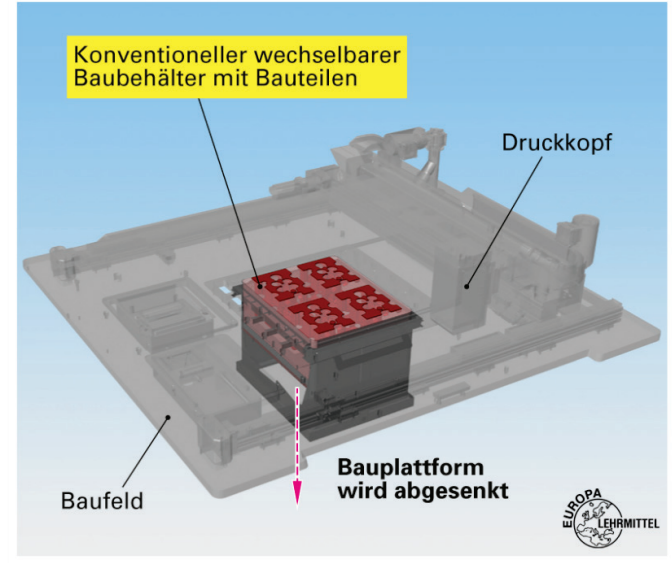
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 4) ABSENKEN UND RÜCKFAHRT



Konventionelles System mit Wechselbehälter

- Wechselbehälter werden über ein Schienensystem in und aus der Prozessstation bewegt
- Nach Zuführung greift das Z-Achsensystem von unten die Bauplattform



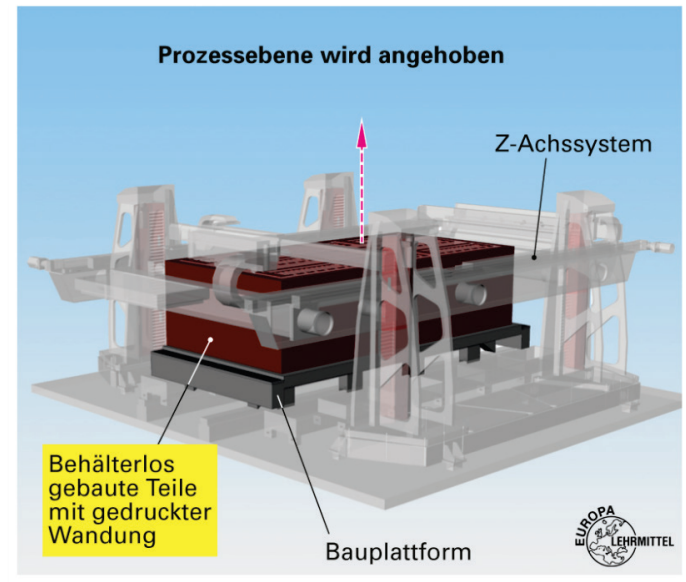
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 4) ABSENKEN UND RÜCKFAHRT



System mit eingebauter Wandung

- Um das Baufeld wird Schicht für Schicht eine Umrandung, die das Auslaufen des losen Pulvers verhindert, gedruckt.
- Nicht die Bauplattform, sondern das horizontale Achssystem wird in Z-Richtung bewegt.
- Wandung wird nach Bauprozess aufgebrochen und entsorgt.



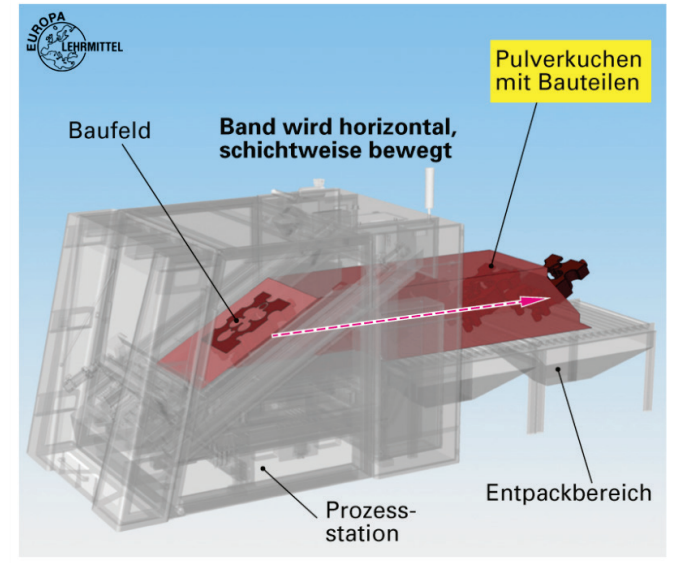
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 4) ABSENKEN UND RÜCKFAHRT



Kontinuierliches Druckverfahren

- Das Pulver wird in einem Winkel, der kleiner als der spezifische Schüttwinkel des Pulver ist, auf ein horizontales Förderband aufgetragen.
- Fertiggestellte Bauteile können der Produktionsanlage entnommen werden, ohne den Bauprozess zu unterbrechen.

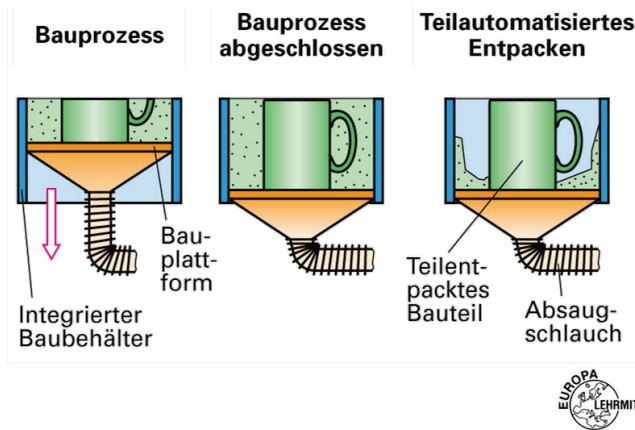


6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 5) NACHBEARBEITUNG



Integrierter Baubehälter mit teilautomatisiertem Entpacken



6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 5) NACHBEARBEITUNG



6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 5) NACHBEARBEITUNG



Bei Systemen mit wechselbaren Formkästen wird in eigenständigen Peripheriegeräten (= Entpackstationen) entpackt



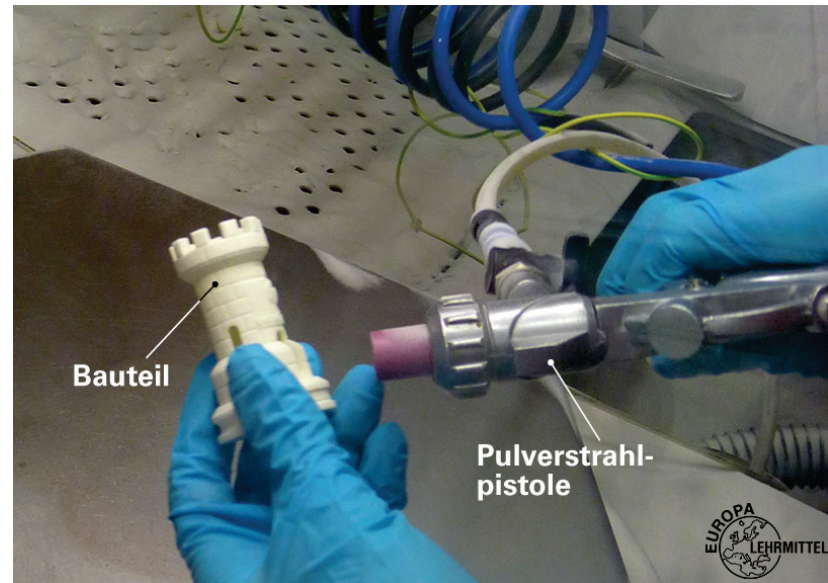
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 5) NACHBEARBEITUNG



Finishing

- Durch den Druckprozess entstehen Anhaftungen von losem Pulver
- Entfernung erfolgt nach dem Entpacken durch Bürsten, Abblasen oder Pulverstrahlen



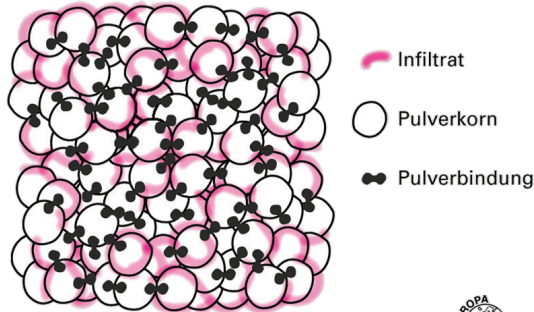
6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ABLAUF: 5) NACHBEARBEITUNG



Infiltration

- Für höhere Festigkeitswerte können gedruckte Formteile infiltriert werden
- Eindringen von kriechfähigen Harzen in die Hohlräume



6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

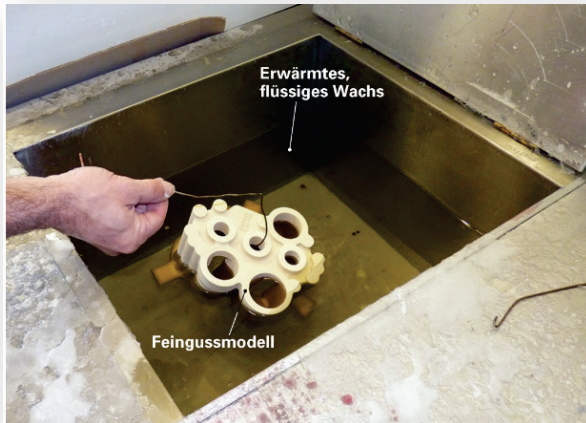
ABLAUF: 5) NACHBEARBEITUNG



Infiltration

- Das Infiltrieren erfolgt über Tauchen oder durch direkten Auftrag mit Pinseln

Wachsbadtauchen eines Feingussmodells

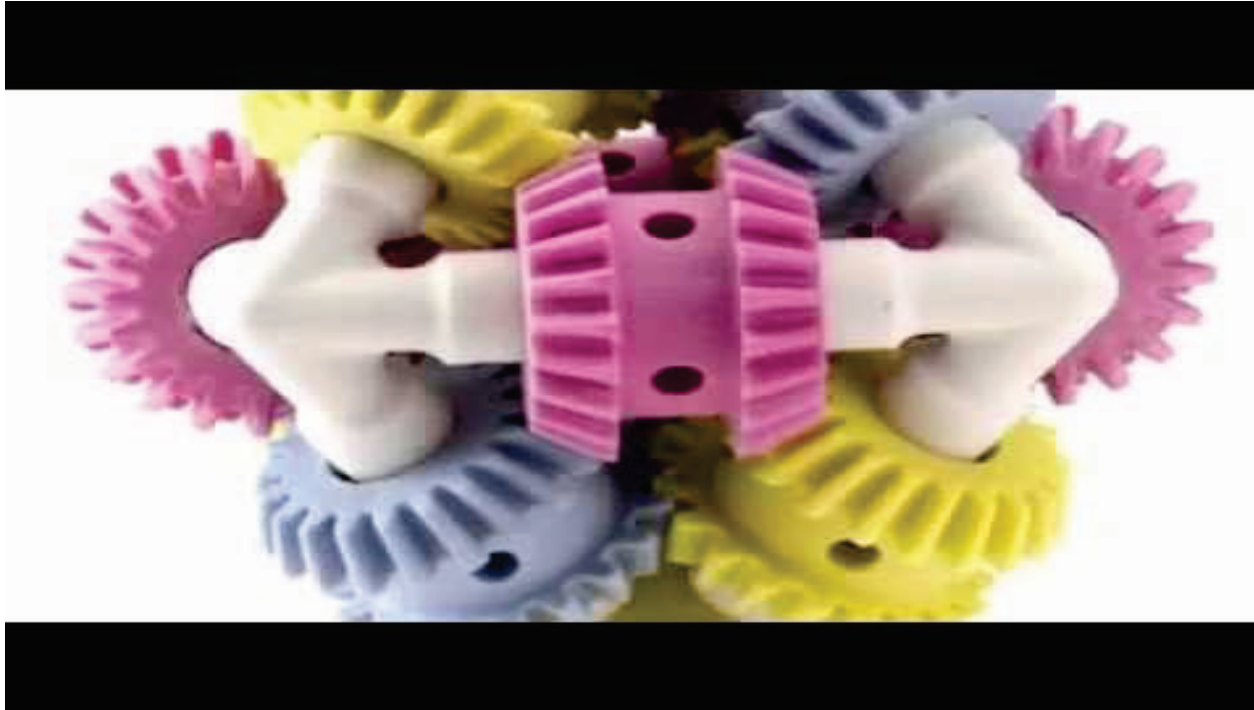


Bepinseln eines Funktionsmodells mit PU-Harz

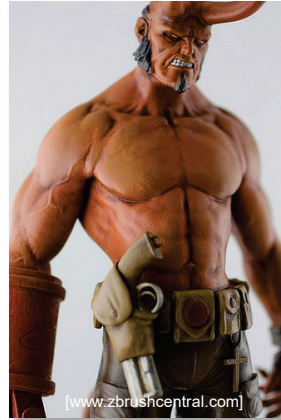


6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

FARBDRUCK MÖGLICH



PRODUKTBEISPIELE 1



6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

PRODUKTBEISPIELE 2



6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

VOR- UND NACHTEILE

- ⊕ Geringe Investitionskosten/ geringer Modellpreis
- ⊕ Sehr schnelle Erstellung von Konzeptbauteilen möglich
- ⊕ Keine Stützstrukturen erforderlich, da das Pulver das Bauteil hinreichend abstützt
- ⊕ Farbige Bauteile (auch mehrfarbig)
- ⊕ Theoretisch unbegrenzte Materialauswahl (wesentlicher Einfluss infolge des Binders, nicht nur durch das Ausgangsmaterial)
- ⊖ Mechanische Festigkeit / Einsetzbarkeit der Modelle ohne Post-Prozess begrenzt
- ⊖ Pulver/Binder-Kombination entspricht i.d.R. nicht verbreiteten Serienwerkstoffen
- ⊖ Nachbearbeitung für verbesserte Haltbarkeit erforderlich
- ⊖ Teilweise zweistufiges Verfahren;
2. Stufe: Austreiben des Binders und Sintern des Bauteils
- ⊖ Problem bei zweistufigen Prozess:
Schrumpfung

6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ANLAGEN

Anlagentyp:	ProJet 4500
Hersteller:	3D Systems
Bauraum:	203 mm x 254 mm x 203 mm
Schichtdicke:	0,1 mm
Baufortschritt:	8 mm/h
Auflösung:	600 dpi x 600 DPI
Abmessungen:	1620 mm x 800 mm x 1520 mm



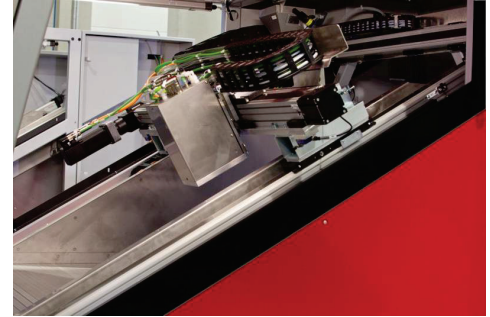
[www.3dsystems.com]

www.uni-due.de/fertigungstechnik | [3D Systems]

6 Additive Fertigungsverfahren – Binder Jetting

ANLAGEN

Anlagentyp:	VXC800 (kontinuierlich arbeitend)
Hersteller:	Voxeljet
Bauraum:	850 mm x 500 mm x 1500/ 2000 mm
Schichtdicke:	150 - 400 μm
Baufortschritt:	35 mm/h
Abmessungen :	4000 mm x 2800 mm x 2200 mm
Gewicht:	2500 kg





Additive Fertigung

Additive Fertigung 21 – 06-08

Binder Jetting

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

