



FOTEC
Forschungsunternehmen
-der FH Wiener Neustadt-

3D-Druck und seine Anwendung in der Bauwirtschaft

Messe Tulln – Hausbau & Energiesparen

17/01/2020

Dr. Markus Hatzenbichler
Gruppenleiter TEC Space – Advanced Manufacturing

FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH



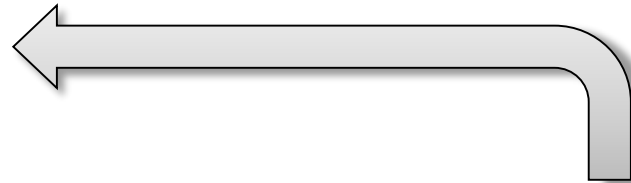
FOTEC
Forschungsunternehmen
-der FH Wiener Neustadt-

Allgemeine Informationen

Das Forschungsunternehmen der Fachhochschule Wiener Neustadt



Ausbildung
(z.B. Studiengang Mechatronik mit Vertiefung
"Additive Manufacturing")



Studenten und wiss. Mitarbeiter



FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH

Allgemeine Informationen

- Gründungsjahr: 1998
- Betriebsleistung: 3 Mio. EUR
- MitarbeiterInnen: 47
- Zertifiziert nach ISO 9001:2015

FOTEC

Forschungsunternehmen
-der FH Wiener Neustadt-

Geschäftsbereiche



Engineering Technologies

- Additive Manufacturing (3D Printing)
- 3D CAx methods
- Simulation-based topology optimization
- Automated inspection systems
- Powder Injection Moulding (MIM, CIM)



Innovative Software Systems

- Software development
- Augmented and virtual reality (AR & VR)
- Smartphone APPs
- Parking & traffic
- Product design and development
- Web development / Platform as a Service



Aerospace Engineering

- Satellite propulsion systems
- Satellite potential control devices
- Hydrogen storage systems
- Energy conversion technologies
- Space qualification testing

Einführung 3D-Druck



FOTEC
Forschungsunternehmen
-der FH Wiener Neustadt-

Was versteht man unter 3D-Druck?

Schichtweiser Aufbau

Keine Werkzeuge für Fertigung
notwendig

Hohe Komplexität ist möglich

Mit konventionellen
Fertigungsverfahren nicht herstellbar

Neuer und innovativer Ansatz

Kürzere Produktentwicklungszyklen

Einführung 3D-Druck



FOTEC
Forschungsunternehmen
-der FH Wiener Neustadt-

Geschichte

1981

Grundlagen für die additive Fertigung mittels lichtempfindlicher Kunststoffharze wurde von Hideo Kodama (Japan) entwickelt

1984

Charles W. Hull gründet 3D-Systems Corporation und patentiert sein auf Stereolithographie basierendes System

1988

Scott Crump entwickelt den Fused Deposition Modeling Prozess und gründet Stratasys

1995

Fraunhofer Institut (Deutschland) entwickelt den Selective Laser Melting Prozess für Metalle – Gründung von EOS

Einführung 3D-Druck

Von der Idee bis zum Start des Druckjobs

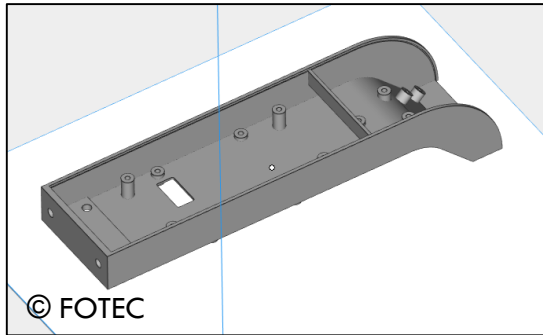


FOTEC
Forschungsunternehmen
-der FH Wiener Neustadt-

Option 1: CAD Software

Option 2: 3D Scanner

1



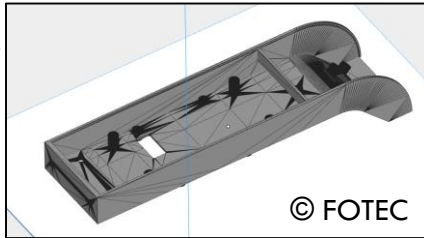
2.1

Konvertierung in STL
Format (.stl) -
Standardschnittstelle

2.2

Orientierung und
Stützstrukturen im
Bauraum

2



3.1

Erzeugen der Schnitt-
darstellung

3.2

An den Drucker senden
und Baujob starten

3

3D-DRUCKER

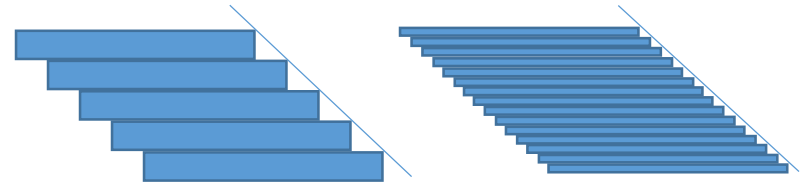
Einführung 3D-Druck



FOTEC
Forschungsunternehmen
-der FH Wiener Neustadt-

Herausforderungen mit dem schichtweisen Aufbau

Der schichtweise Aufbau in der additiven Fertigung und der damit verbundene „Treppeneffekt“ muss bei der Wahl der Bauorientierung und der Schichtdicke berücksichtigt werden.



Treppen- oder Stufeneffekt

Die Variation der Schichtdicke innerhalb eines Baujobs mit möglich.

Verfahren	Schichtdicke
Laser Beam Metling – LBM	20-50 μm
Stereolithography – SLA	15-50 μm
Fused Deposition Modeling – FDM	200 μm
Laser Powder Depostion – LPD	0,1-0,5 cm

Einführung 3D-Druck

Drucktechnologien – METALL – Laser Beam Melting (LBM)

Pulver

Laser

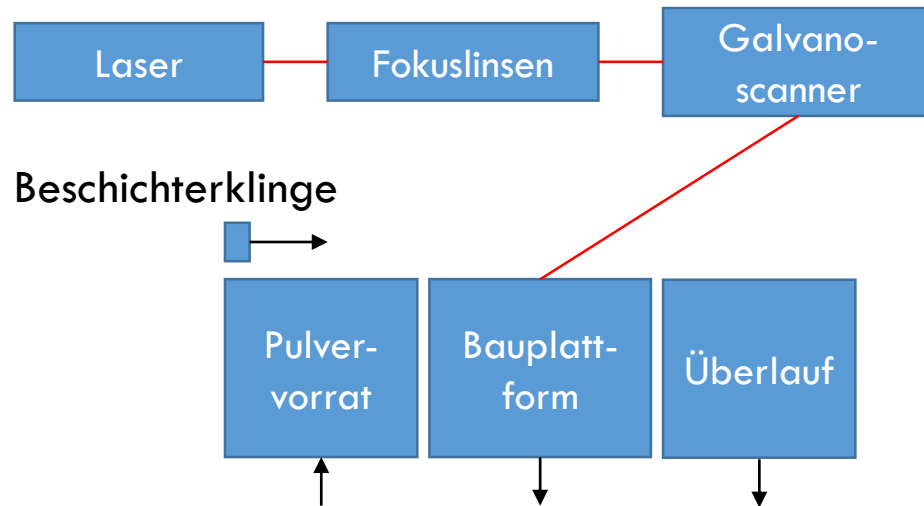
Vorheizung 200°C

Inertgas (N₂ od. Ar)

Multi-Laser Upgrade

Anlagenhersteller:

- EOS
- SLM Solution
- Concept Laser



Einführung 3D-Druck

Drucktechnologien – METALL – Laser Powder Deposition (LPD)

Pulver oder Draht

Laser oder Lichtbogen

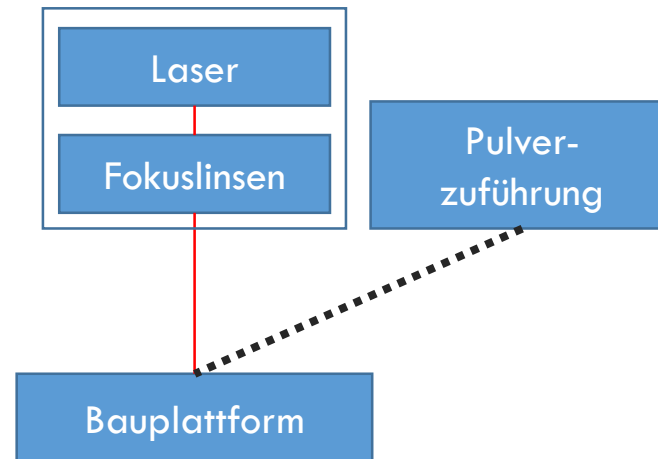
Vorheizung optional

Inertgas (N₂ od. Ar)

Kombi mit 5-Achsfräse

Anlagenhersteller:

- Mazak
- DMG MORI



Einführung 3D-Druck

Drucktechnologien – METALL – Electron Beam Melting (EBM)

Pulver

Elektronenstrahl

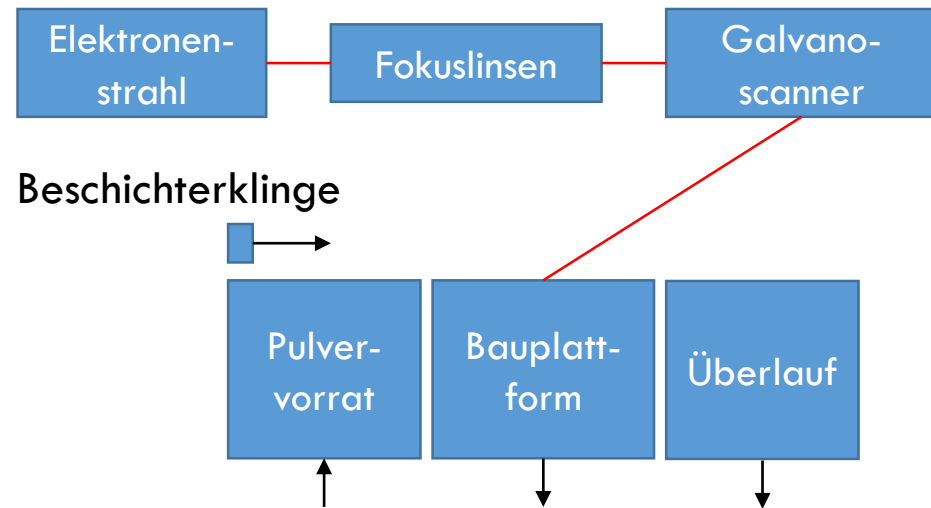
Vorheizung 750°C

Vakuum

Vergleichbar mit LBM

Anlagenhersteller:

Arcam EBM



Einführung 3D-Druck

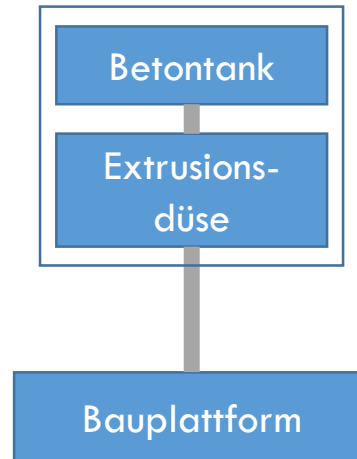
Drucktechnologien – BETON – Sonderform der Fused Deposition Modeling (FDM) Technologie

Schnellhärtender Beton

Extrusionsdüse

Montage auf Portal-
oder Knickarmroboter

Vergleichbar mit FDM
Technologie



Frei im Raum
beweglicher
Roboterarm

Anlagenhersteller:

BauMit
Incremental3D
xtreee
Wasp

Übersicht

- Mehrheitlich Extrusion von schnellhärtenden Betonmischungen
- Metall 3D-Druck bisher **kaum in Verwendung**
- Bereits 1993 wurde vom MIT ein **Patent zum Thema 3D-Druck** verschiedener Betonarten **angemeldet**
- In der Branche hat sich der 3D Druck bis dato hauptsächlich in der Herstellung von **anschaulichen Architekturmodellen** durchgesetzt
- Haus- und Wohnungsbau in China – **gedruckte Häuser werden angeboten**
- Europäische Firmen wie LafargeHolcim sind auf diesem Gebiet tätig
- Zeit von der Projektierung bis zur Herstellung kann um das **8 bis 12-fache reduziert** werden
- Contour Crafting Verfahren
- Problem stellt die Verbindung von Beton 3D-Druck mit Bewehrung, Installationen und Anschlüssen dar
- **Oberflächenstruktur** ist für Endzweck **oft nicht geeignet**

Material	Chemische Zusammensetzung
Aluminiumlegierung	AlSi10Mg, AlSi12, AlSi7Mg0.6, AlSi9Cu3;
Nickelbasislegierung	HX, IN625, IN718, IN939;
Titanlegierung	Ti6Al4V, Ti (reines Titan);
Kobaltlegierung	CoCr28Mo6
Werkzeug- und Edelstahl	316L, 15-5PH, 17-4PH, 1.2709, 1.2344, Invar36;
Kupferlegierung	CuSn10 (Bronze)

Relevante Links (inkl. Materialdatenblätter):

<https://www.eos.info/werkstoffe-m>

<https://www.slm-solutions.com/de/produkte/zubehoer-verbrauchsmaterialien/slmr-metallpulver/>

Erreichbare Eigenschaften im Metall 3D-Druck



Eigenschaft	Details
Max. Bauteilabmessungen	800x400x500 mm ³ (LBM) Ø350x380 mm ³ (EBM) < LBM (LPD) – abhängig vom Verfahrensweg des Roboterarms
Min. Detailgröße	ca. 0,350 mm
Festigkeitskennwerte	vergleichbar mit konventioneller Fertigung
Einsatz von Sonderlegierungen	möglich (Parameterstudie notwendig)
Pulverrecycling	zu 100% möglich (keine Auffrischung)
Oberflächenrauheit (as-built)	5-25 µm (Ra)
Kosten für Drucker (Richtwerte)	100.000 – 2 Mio. EUR abhängig von Technologie, Bauvolumen, Laseranzahl, etc.

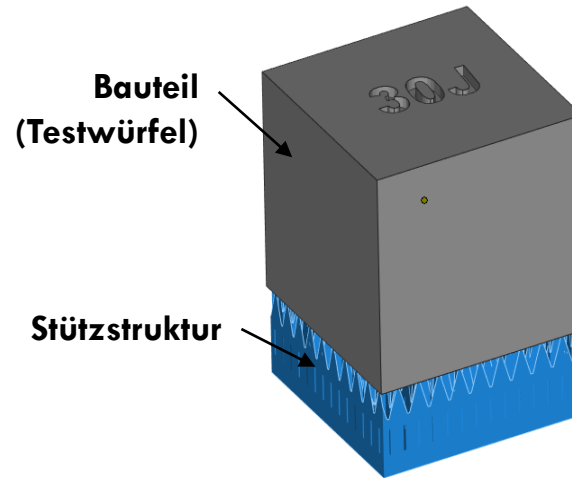
Beispiel LBM Technologie für Metalle



FOTEC
Forschungsunternehmen
-der FH Wiener Neustadt-



Metallpartikel werden zu soliden Bauteilen verbunden (Schweißprozess)



Überhang mit $<45^\circ$ muss mit Stützstrukturen versehen werden



Beispielvideo LBM Technologie



Stützstrukturen für Position, Wärmetransport und Vermeidung von Verzug

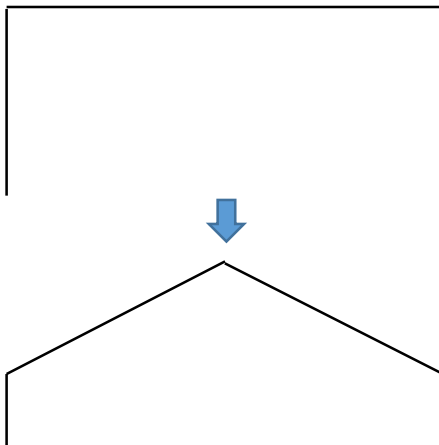
Einige Design Richtlinien für 3D-Druck

Stützstrukturen minimieren durch:

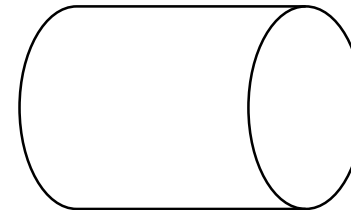
1. Bauorientierung
2. Re-Design



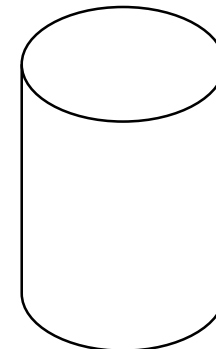
**Überhang mit $<45^\circ$
muss mit
Stützstrukturen
versehen werden**



**Überhänge durch Re-
Design vermeiden (falls
möglich)**



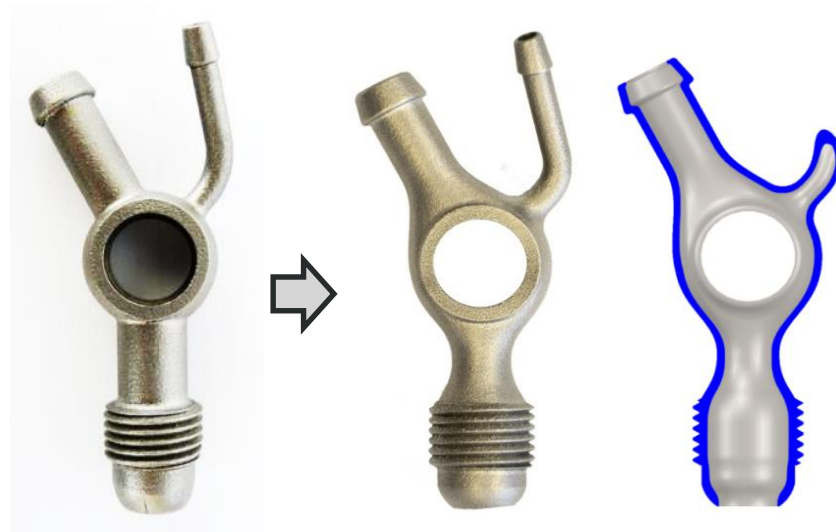
**Zylindrische Strukturen
haben eine erhöhte
Rauigkeit im oberen
Drittel (stark
überhängend)**



**Tipp: vertikal
orientieren**

Beispiele – Metall 3D-Druck

- Komponente aus dem Treibstoffleitungssystem
- Monolithisch aufgebaut (Baugruppe aus 5 Einzelteilen)
- Gewicht- und Strömungsoptimierung



© FOTEC

Konkrete Beispiele aus der Bauwirtschaft

Umdasch Ventures Group

- 30% Anteile an Contour Crafting Corp. (USA) seit 2017
- US-amerikanischer Partner ist Pionier auf dem Gebiet der transportablen 3D-Druck Plattformen für Rohbauten von Häusern
- Laut Herstellerangaben beträgt die Druckzeit von 200m² Fläche zwischen 24 und 48 Stunden

Incremental 3d

- Speziell entwickelter Beton für rasche Aushärtung
- Robotergestützte Extrusion
- Komplexe Objekte ohne Schalung

Konkrete Beispiele aus der Bauwirtschaft

Wasp Inc.

- 12m hoher Delta-Roboter für die Herstellung von Betonwänden und anderen Strukturen

xtreee

- 4 m hohe bionische Säule an einer französischen Schule realisiert
- Druckzeit von 15,5 Std.

Ausstellungspavillon in Dubai

- Insgesamt ca. 100 m² wurden 3D-gedruckt
- Ideen für innovative Raumkonzepte als Modell mit Kunststoff 3D-Druck hergestellt
- Umsetzung und Skalierung für Beton Druck möglich

Konstruktive Möglichkeiten mit 3D-Druck

Softwaregestützte Optimierung der Bauteilgeometrie

Komplexe und konventionell nur schwer herstellbare Geometrien sind ein Hauptanwendungsgebiet des 3D-Drucks. Durch Softwaretools wie bspw. Inspire von SolidThinking kann die Topologie eines Bauteils hinsichtlich **Gewicht und/oder Steifigkeit** optimiert werden. Dabei werden **Materialkennwerte und Lastfälle** sowie ein **erlaubtes Volumen** berücksichtigt.

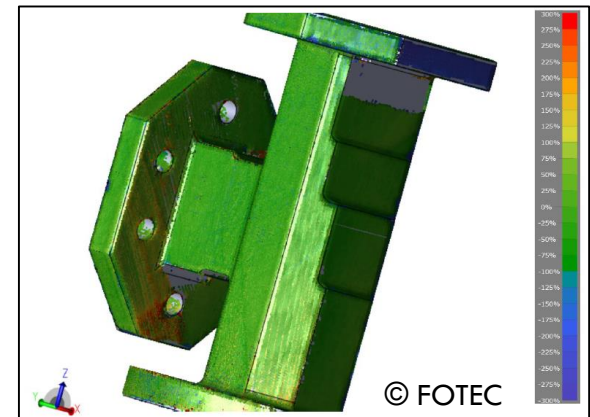
- Definition des erlaubten Volumens
- Eingabe der Materialkennwerte
- Beschreibung der Lastfälle
- Entscheidung in welche Richtung optimiert werden soll (max. Steifigkeit / min. Gewicht oder eine Kombination daraus)

Konstruktive Möglichkeiten mit 3D-Druck

3D Scanning – Qualitätskontrolle und Reverse Engineering

- Soll/Ist Vergleich von 3D-gedruckten Bauteilen mit dem CAD Modell
 - Analyse des Verzugs aufgrund innerer Spannungen
 - Korrektur der Konturbelichtungsparameter (z.B. Beam Offset)
 - Überprüfung der Fertigungstoleranzen
- CAD Modell wird üblicherweise mit der „Best-Fit“ Funktion mit dem 3D-Scan verglichen

Reverse Engineering bezeichnet man den Vorgang, aus einem bestehenden System oder einem meist industriell gefertigten Produkt durch Untersuchung der Strukturen, Zustände und Verhaltensweisen die Konstruktionselemente zu extrahieren.





Konstruktive Möglichkeiten mit 3D-Druck

Softwaregestützte Optimierung der Bauteilgeometrie - Monolith

- Monolithische Bauweise beschreibt die Reduktion einer Baugruppe (bestehend aus mind. zwei Einzelteilen) auf einen einzigen Volumenkörper
- Erhebliche Kostenersparnis im Bereich Lagerhaltung und Montage sowie bei Wartung von Schnittstellen und etwaigen Dichtungen
- Schnittstellen bedeuten manchmal auch eine mögliche Fehlerquelle (Undichtheit, Signalstörung, etc.)
- Monolithische Bauweise ist aufgrund der Komplexität meist konventionell nicht mehr herstellbar

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Markus Hatzenbichler

Gruppenleiter 'TEC Space – Advanced Manufacturing'

Viktor Kaplan-Strasse 2 | 2700 Wiener Neustadt | Austria

+43 26 22 90 333 202

hatzenbichler@fotec.at

www.fotec.at

