



Additive Fertigung Technologien und Potenziale

OES/Infinite + HTWK-Workshop

Lutz Englisch, Simon Hamblun, Kilian Menzel

HTWK Leipzig, 2025



**Funded by
the European Union**

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

This project has received funding from the European Union's Erasmus+ 2027 programme under grant agreement No. 101143955.

INFINITE

Vorteile

- Formfreies Herstellen von Objekten
- Digitale Herstellung (Datenworkflow)
- Hohe Qualität für Short Runs
- Komplexe Designs möglich (Hinterschneidungen...)
- Personalisierung / Individualisierung
- relative geringe Kosten







5

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Geschichte des 3D Druckens

- 1960**  Der Erfinder und Science Fiction Autor Arthur C. Clarke hat die Idee eines 3D Druckers
- 1972**  Im Comic Tim und der Haifischsee erfindet Professor Bienlein einen dreidimensionalen Fotokopierer
- 1980**  Chuck Hull baut die erste Stereolithografieanlage
- 2011**  Sam Cervantes setzt sich zur Aufgabe "3D-Drucker kreativen Menschen überall auf der Welt zu Verfügung zu stellen" und bietet einen Tischdrucker für Zuhause an.





http://www.arte.tv/cdn-future/cdn/farfuture/4D_3u9AVIZ6C539ea_r9ORlqcm0kairEqr5i9jhyvl/mtime:1383744134/sites/default/files/styles/article-span8-620x349/public/atoms/images/3ddruckergeschichte_20131016.png?tok=Lpg3_lpg

6

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Geschichte des 3D Druckens

- 2013**  Forscher des Wake Forest Institute for Regenerative Medicine haben mit einem modifizierten 3D-Drucker "lebensfähige" menschliche Organe in Miniaturgröße hergestellt.
- 2014**  NASA will einen funktionsfähigen 3D Lebensmittel Drucker auf die ISS schicken.
- 2025**  Geplanter 3D Druck transplantationsfähiger, menschlicher Organe.
- 2035**  Laut Barkawi Management Consultants kommt dann die gesamte Produktion von Volkswagen aus 3D Druckern.

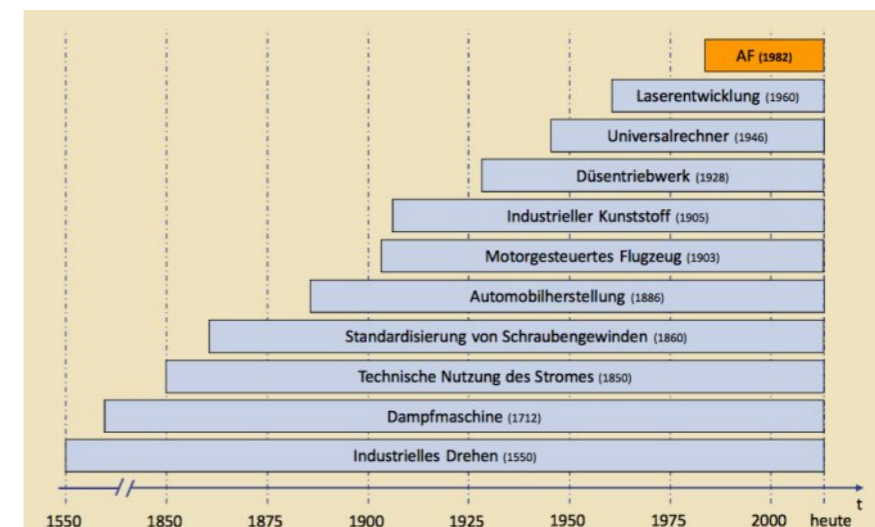
http://www.arte.tv/cdn-future/cdn/farfuture/4D_3u9AVIZ6C539ea_r9ORlqcm0kairEqr5i9jhyvl/mtime:1383744134/sites/default/files/styles/article-span8-620x349/public/atoms/images/3ddruckergeschichte_20131016.png?tok=Lpg3_lpg

7

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Einordnung der generative Fertigung



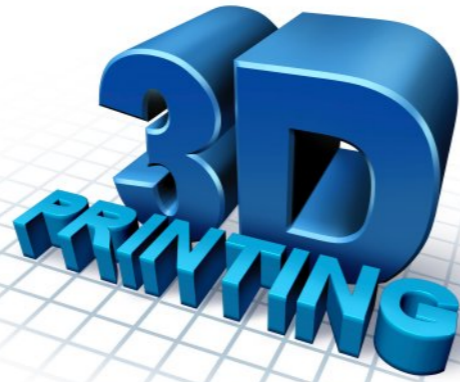
8

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

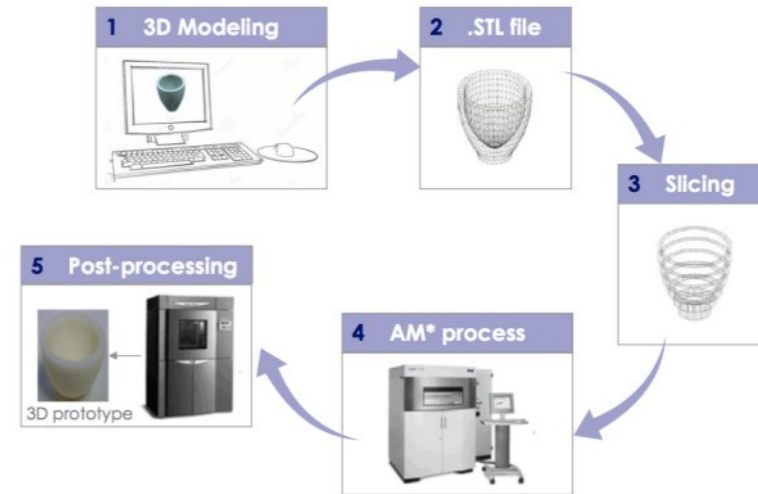
Herausforderungen des 3D-Druckens für den industriellen Einsatz - Status & Ausblick
20. Comin Talk Essen, 15. September 2014 1
Dr. Jan T. Sehr

HTWK

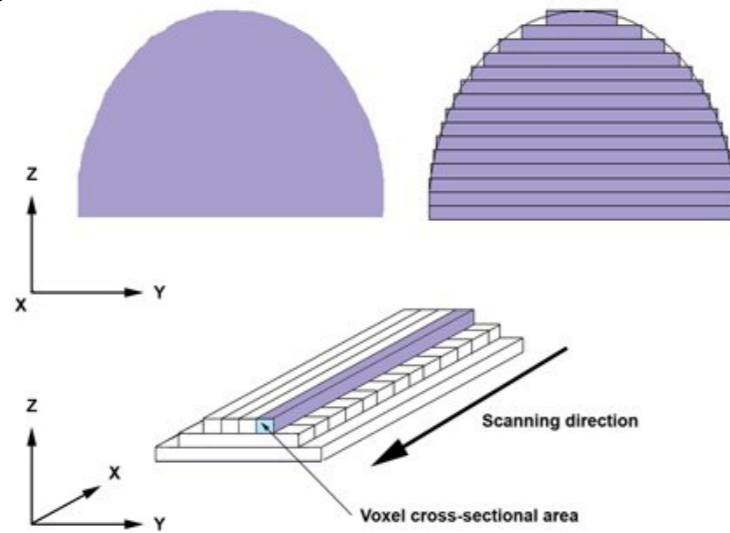
Technologie-Übersicht



Workflow • Mehr als Drucken

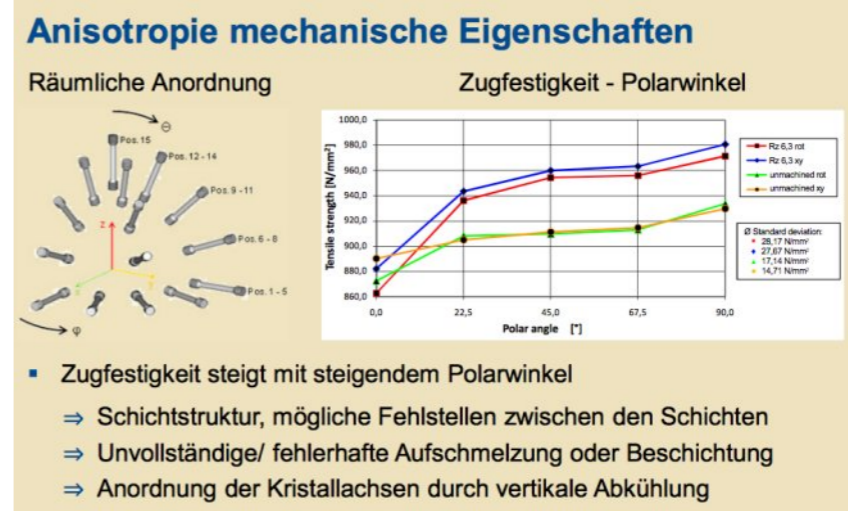


Funktionsprinzip



https://de.wikipedia.org/wiki/3D-Druck#/media/File:Rapid_prototyping_slicing.jpg

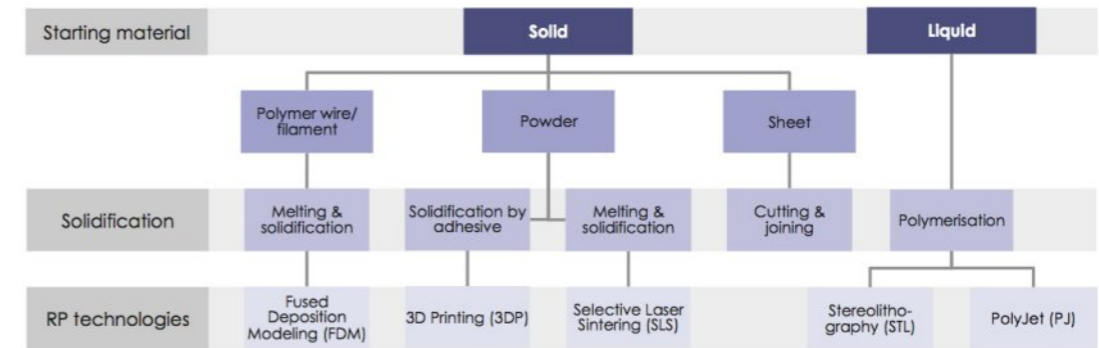
Mechanische Eigenschaften



Einsatzbare Materialien

			
Polymer	Glas	Metall	Papier
			
Organe / Zellen	Wachs	Nahrungsmittel	Sand / Gips

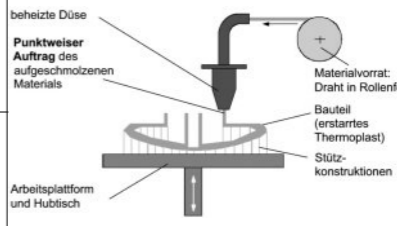
Technologie



Technologie Übersicht



Fused Deposition Modeling (FDM)

Funktionsprinzip	<ul style="list-style-type: none"> Aufbringen von aufgeschmolzenem thermoplastischen Material mittels beweglichem Druckkopf oder Düse (Extrusion) 	 <p>beheizte Düse Punktweiser Auftrag des aufgeschmolzenen Materials Materialvorrat: Draht in Rollenform Bauteil (erstarrtes Thermoplast) Stützkonstruktionen Arbeitsplattform und Hubtisch</p>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> ein bis zwei unterschiedliche Hochpolymere (ABS, PC, PC-ABS) Wachse 	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Stützgeometrie kann aus zweiter Materialkomponente gedruckt werden, Erleichterung der Entfernung, Auswaschbares Material möglich relativ stabil preisgünstiges Verfahren 	
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Stützmaterial notwendig geringere Oberflächenqualität, da Schichten erkennbar 	

Stereolithografie (SL)

Funktionsprinzip	<ul style="list-style-type: none"> Verfestigen eines Photopolymers durch lokale Einwirkung eines Lasers oder Lampe (Steuerung mittels Optik) 	
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> Kunst- oder Epoxidharze, Acrylate und Elastomere (Photopolymere) 	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> größter Erfahrungsschatz, da ältestes Verfahren sehr feine und glatte Oberflächen möglich 	
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> meist geringe thermische und mechanische Belastbarkeit Stützmaterial = Baumaterial, manuelle Entfernung hohe Materialkosten 	

Layer Laminate Manufacturing (LLM)

Funktionsprinzip	<ul style="list-style-type: none"> schichtweise Verklebung oder Fügen mittels Ultraschall einzelner Schichten, wobei jede mittels Messer, Laser oder Wasserstrahl einer Kontur entsprechend ausgeschnitten wird 	
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> Papier Hochpolymere Metalle Keramiken 	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> keine Stützgeometrien notwendig bedruckbar geringe Materialkosten nach Infiltrierung sehr haltbar 	
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> eine Hinterschneidungen möglich manuelle Entfernung ungenutzten Materials (nicht zum Bauteil gehörende Elemente, da festgelegte Folienbreite, -länge) keine Wiederverwendung des ungenutzten Materials möglich 	

3D-Printing (3DP)

Funktionsprinzip	<ul style="list-style-type: none"> Verkleben von pulverförmigem Material mittels Binder aus einem Druckkopf 	
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> Polymere Keramiken Stärke Gips, Kalkpulver 	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> farbige Tinten möglich -> farbige Modelle erstellbar nicht oder schwer entformbare Teile möglich bruchempfindliche Bauteile 	
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Nacharbeit immer erforderlich spröde Teile (Abhilfe Infiltrieren) 	

Laser-Sintern (LS) Selektives-Laser-Sintern (SLS)

Funktionsprinzip	<ul style="list-style-type: none"> Verfestigen von pulverförmigem Material durch lokale Einwirkung eines Lasers oder Strahler (Steuerung mittels Optik) 	
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> Hochpolymere Metalllegierungen, Keramiken Thermoplaste Sande 	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> keine Stützgeometrien notwendig hohe mechanische Belastbarkeit große Auswahl an Materialien 	
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Genauigkeit begrenzt durch Teilchengröße des Pulvers Schrumpfung bei Abkühlung (Maßabweichungen möglich) raue Oberfläche bei grober Körnung des Pulver leichte Porosität (nachträgliche Tränkung in Harz oder Kupfer möglich) 	

Poly-Jet Modeling (PJM)

Funktionsprinzip	<ul style="list-style-type: none"> Auftragen von Polymer- Flüssigharzen mittels beheiztem Druckkopf, direkte Aushärtung mittels UV-Strahler 	
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> UV-empfindliche Polymergemische 	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> verschiedene Shore-Härten druckbar sehr feine Strukturen und Oberflächen möglich sehr dünne Wanddicken möglich mehrere Komponenten möglich (je nach Anzahl der Druckköpfe) 	
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Datenaufbereitung (druckenden Komponenten) Nachbearbeitung (Stützgeometrie entfernen) 	

Digital Light Processing (DLP)

Funktionsprinzip	<ul style="list-style-type: none"> Schichtweises Verfestigen von Polymeren durch Bestrahlung mit UV-Licht durch ein Negativ dargestellt (i.d.R. Darstellung mittels Screen) 	
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> Monomere 	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> feine Auflösung hohe Oberflächenqualität präzise Lichtsteuerung ermöglicht Abbildung scharfer Kanten 	
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Stützkonstruktion muss mechanisch entfernt werden Stützmaterial = Baumaterial -> aufwendige Entfernung 	

Typische Anwendungen



Rapid Prototyping

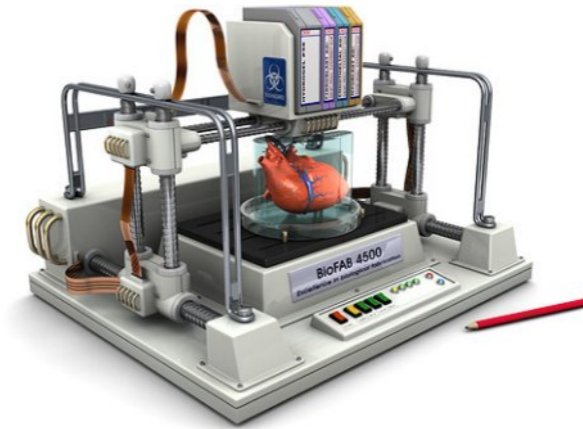


Kopien realer Objekte



<http://3druck.com/wp-content/uploads/2013/08/lkonSK6-bumped.jpg>

Printed Tissue



http://www.explainingthefuture.com/visions/vision_bioprinter.html

Printed Tissue



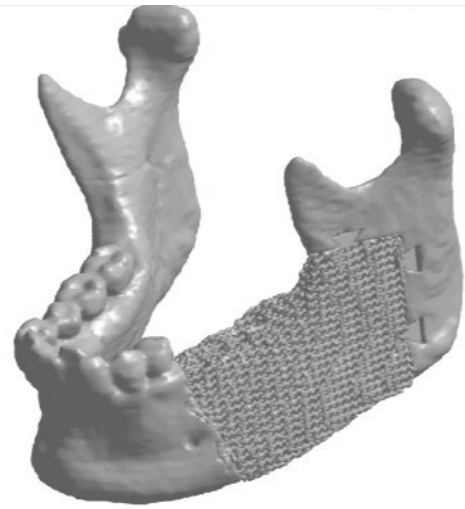
http://www.abc.net.au/catalyst/stories/img/BioPrinting-4_large.jpg

Exoskelet



<http://i1-news.softpedia-static.com/images/news/2/3D-Printed-Casts-Heal-Your-Bones-Accept-Twitter-and-Facebook-Signatures-Video-458313-2.jpg>

Personalisierte Implantate



Gedruckte Häuser



Modellbau



Modellbau



Printes Figures



<http://www.incrediblethings.com/wp-content/uploads/2013/06/Custom-3D-Printed-Star-Trek-Figures-1.jpg>

Lebensmittel



<http://www.haute-innovation.com/cms/upload/Material-Highlights/TNOfoodprinting.jpg>

Anwendungen im Verpackungs- und Dekorbereich



Proof Verpackung



Proof Dekor

Softproof (6to5 Technologie)



Hardproof (Rapid Prototyping)

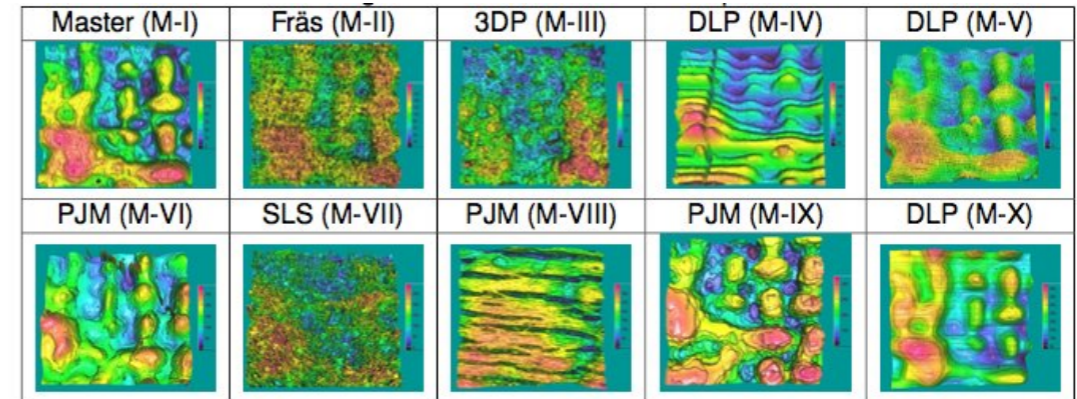


37

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Technologie vs . Qualität

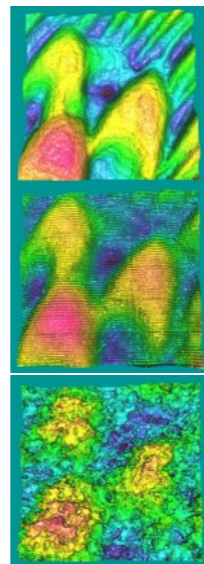
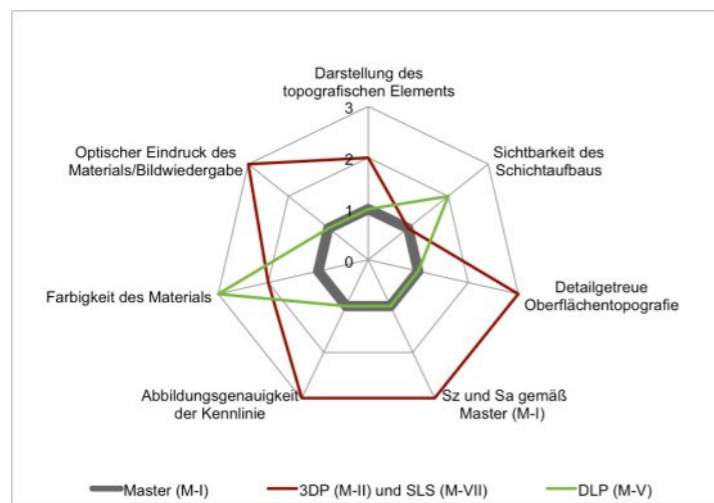


38

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Technologie vs . Qualität



SL

DLP

3DP

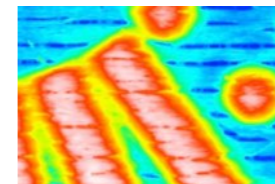
HTWK

39

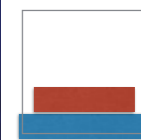
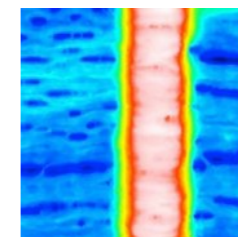
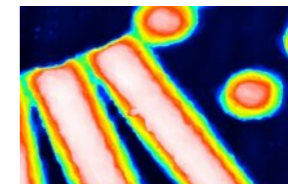
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Herstellung vs . Qualität

stehende Herstellung



liegende Herstellung

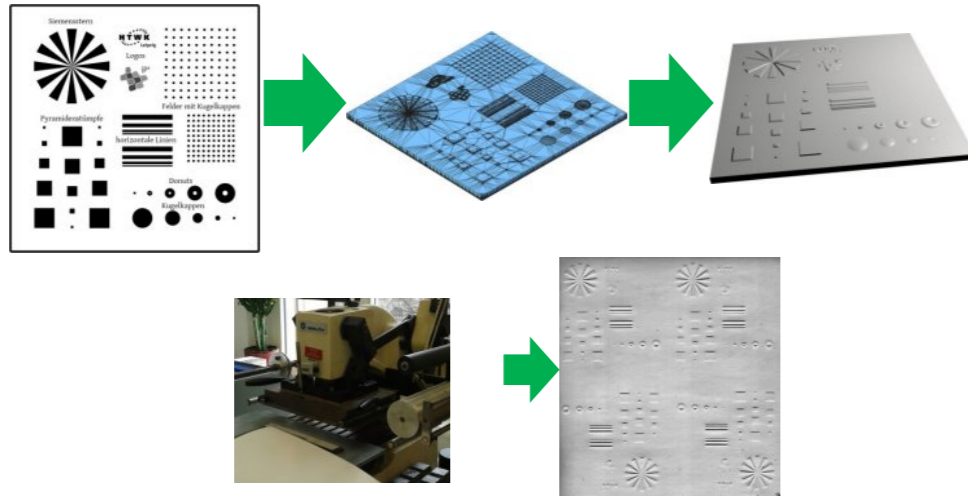


40

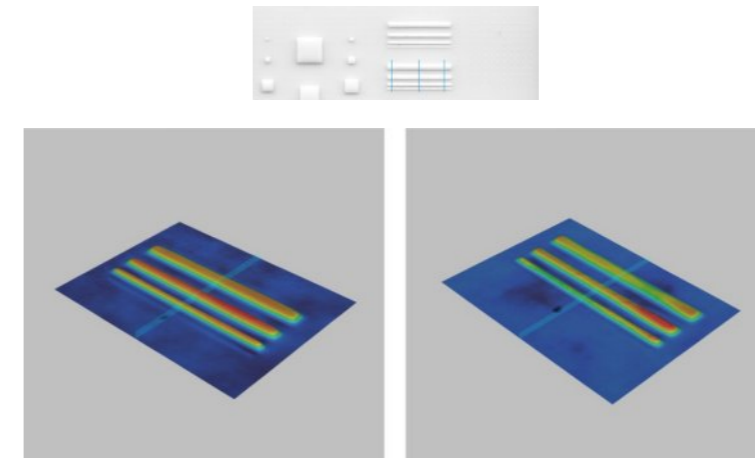
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Digital hergestellte Prägeformen



Digital hergestellte Prägeformen

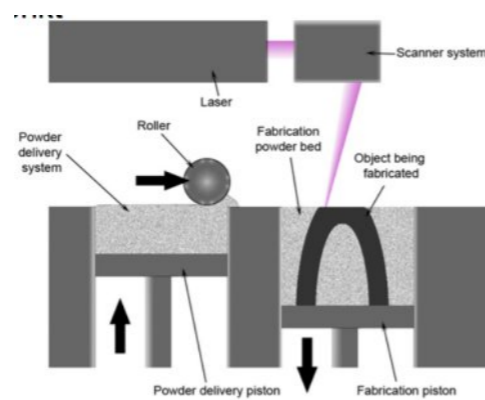


Ausgangszustand

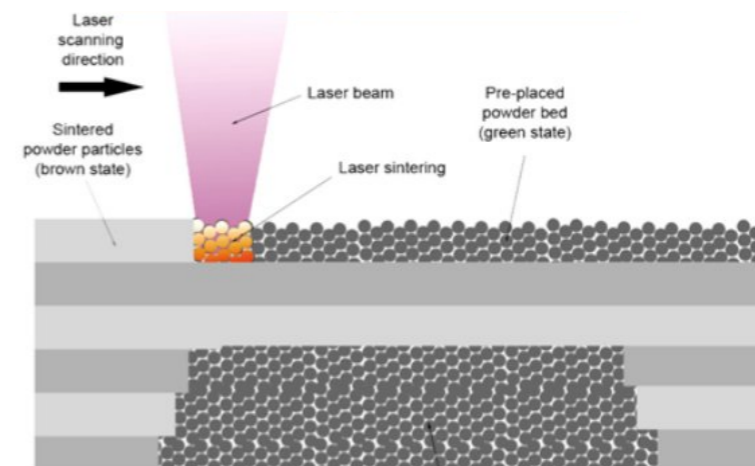
Endzustand

Selektives-Laser-Sintern (SLS)

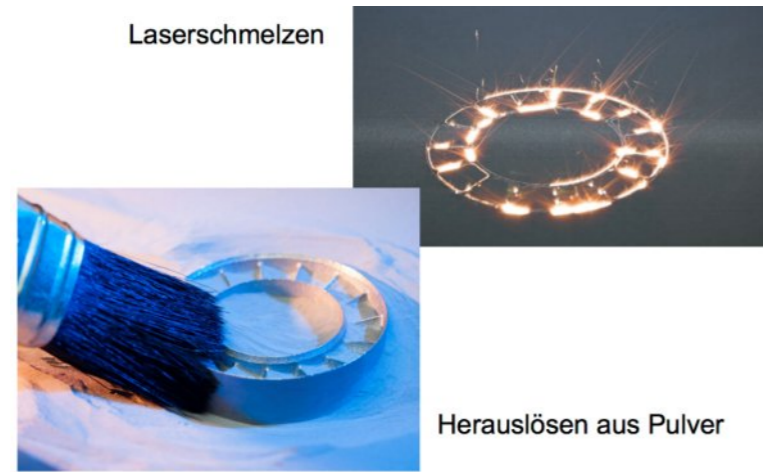
Pulverförmige Rohstoffe (Metalle)
Pulver in dünner Schicht auf Platte
Selektive Schmelze durch Laserstrahl
Platte schrittweise abgesenkt
Erneuter Schichtauftrag
Vorgang wird wiederholt



Selektives-Laser-Sintern (SLS)



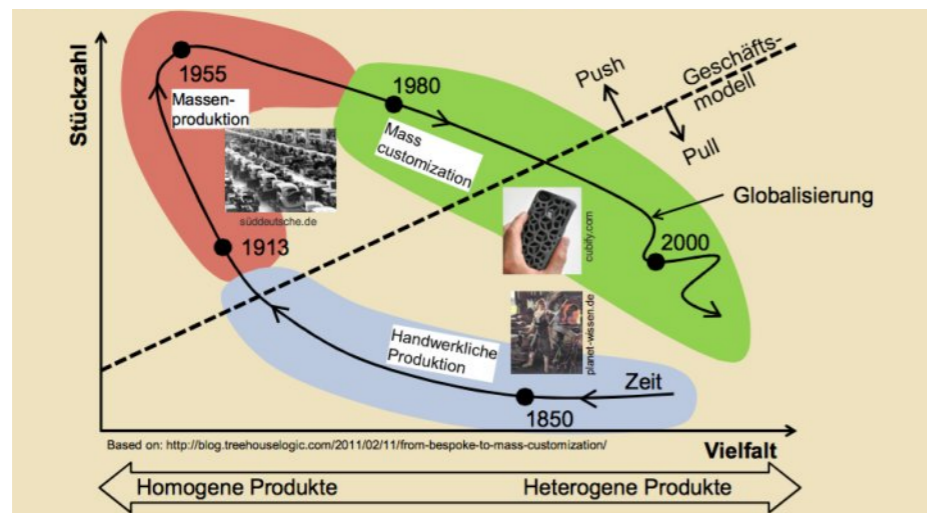
Selektives-Laser-Sintern (SLS)



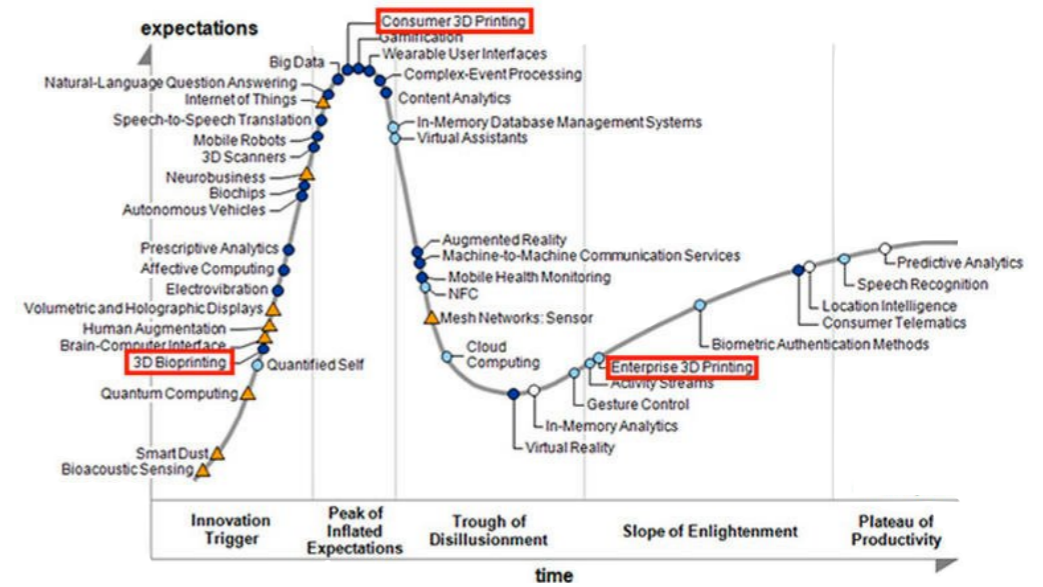
Ausblick



Individuelle Massenproduktion



Based on: <http://blog.treehouselogic.com/2011/02/11/from-bespoke-to-mass-customization/>



Key Transformational Shifts

Was wird der 3D Druck mit uns machen

Massenproduktion => Massenindividualisierung

Kleinere Auflagen mit hohem Grad an Individualisierung

Geringe Durchsatz aber besser TimeToMarket

Supply Chain Fokus: von „Push“ zu „Pull“

Nachfrage entwickelt sich mit Produktion

Nachfrage steuert Produktion

49

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Key Transformational Shifts

Was wird der 3D Druck mit uns machen

Lagerhaltung: Produkt zu Rohmaterial

Hersteller lagert nur noch Rohmaterial

Geringer Lagerplatzkosten (besseres Volumenverhältnis)

Produktion: Global zu Lokal

lokale Hubs stellen die Produkte vor Ort her

Globale Produktionsstätten werden zurück gehen

50

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Trends



Kombination verschiedener Materialien in **einem Produktionsschritt**



Graduierung von Eigenschaften (mechan., optische, Feldaktive)



Bessere und effizientere **Designs**



Verringerung Einsatz von **Maschinen und Werkzeugen** bzw. Handarbeit



Verringerung **Lagerkapazität** für Werkzeugen (Gießformen)

51

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Herausforderungen

Für zukünftige Projekte visionär, aber realistisch bleiben!

- Keine falschen Aussagen treffen: „**Jeder kann alles mit jeglichen Material in allen Farben zu geringen Kosten drucken!**“
- Keine Formulierungen wie „**Heutzutage ist es nicht möglich, komplette Maschinen ganzheitlich mit einem Drucker herzustellen, aber was zukünftig möglich sein wird...**“ verwenden.

52

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

HTWK

Herausforderungen

- Standardisierung
- Datenhandling / Workflow
- Materialvielfalt
- Mechanischen Eigenschaften
- Graduierung von Eigenschaften
- Post Prozesse
- Business Modelle



HTWK

53

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig



Prof.Dr.rer.nat.

Lutz Engisch

HTWK Leipzig

lutz.engisch@htwk-leipzig.de

+49 173 66 42 837



54

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig