

3D Druck

Von der Idee zum ausgedruckten 3D Modell

Christian Kubitsch

01.2019

MoveMent Consulting GmbH

Einführung 3D-Druck

Druckverfahren

Produktentwicklung mit 3D-Druck

Bauteildesign

Slicer - Druckvorbereitung

Dienstleistungen rund um den 3D-Druck

Einführung 3D-Druck

Druckverfahren

Produktentwicklung mit 3D-Druck

Bauteildesign

Slicer - Druckvorbereitung

Dienstleistungen rund um den 3D-Druck



Einführung 3D-Druck

Einführung

Geschichte

Funktionsweise

Einführung 3D-Druck

- Der 3D-Druck bzw. die additive Fertigung wird in allen Medien als eine innovative Zukunftstechnologie angepriesen.
- Es ist heute möglich, sehr schnell und effizient aus 3D-CAD-Modellen Musterteile (Rapid Prototyping) und Serienteile (Rapid Manufacturing) dreidimensional zu drucken.
- Diversen Studien zu additiven Fertigungsverfahren nach, werden sich die Ausgaben der Firmen hierfür in den nächsten vier Jahren Verdoppeln oder gar Verdreifachen.

Einführung 3D-Druck

- Seit wann beschäftige ich mich mit dem Thema 3D-Druck?
 - Zertifikat 3D Druck - November 2013
 - Zertifikat ALM - Juni 2015 – Laser Zentrum Nord
 - Zertifikat AM in a Nutshell – Juni 2018 - Fa. APWORKS
- Als gelernter Feinmechaniker, Dipl.-Ing. und Hobby-Bastler fand ich diese innovative Technologie bereits 2013 sehr spannend.
- Seit Ende 2016 biete ich ein eintägiges Seminar zu dem Thema an.

Einführung 3D-Druck

Einführung

Geschichte

Funktionsweise

Geschichte des 3D-Druck

- Chuck Hull (Charles W. Hull) entwickelte 1984 mit der Stereolithografie das erste additive Fertigungsverfahren. 1986 hat er darauf das Patent erhalten.
- Parallel hat Chuck Hull den Standard für die STL-Schnittstelle mitdefiniert. Damals entstanden gerade die ersten 3D-CAD Programme.
- In den folgenden Jahren wurden weitere Verfahren entwickelt.

Boom des 3D-Druck

- Was hat den Boom in den letzten Jahre ausgelöst?
- Hier spielen wahrscheinlich versch. Faktoren eine Rolle.
 - Ablauf des Patents für das Fused Deposition Modeling (FDM bzw. FFF) Verfahren
 - Preissenkung und technische Entwicklung von 3D-Drucksystemen
 - Breites techn. Verständnis und Zugang zu Computersystemen
 - Faszination an der Technik / Technologie
 - Dienstleister um den 3D-Druck sind entstanden

Einführung 3D-Druck

Einführung

Geschichte

Funktionsweise

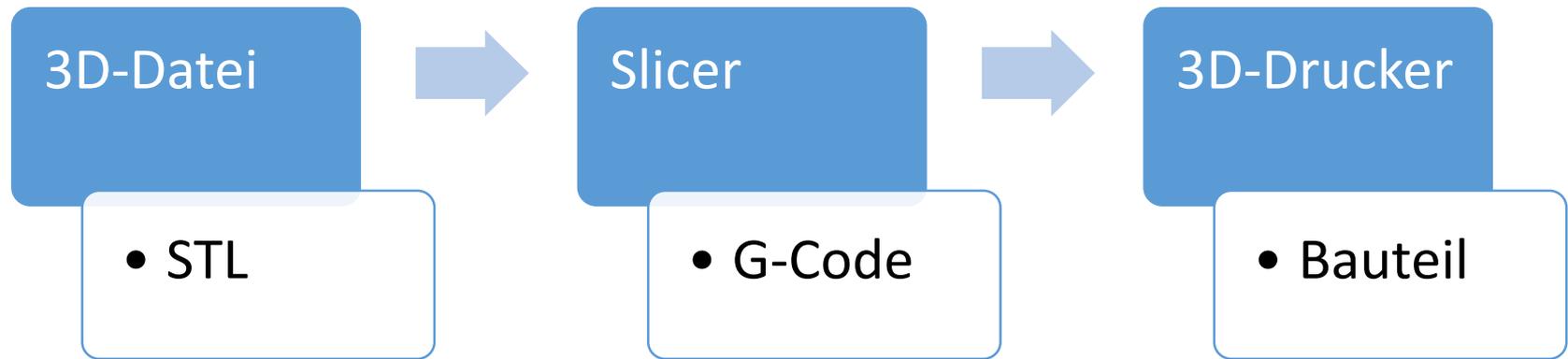
Funktionsweise

- Alle additiven Fertigungsverfahren haben ein grundlegendes Prinzip gemeinsam.
- Die Bauteile werden alle Schicht für Schicht (Layer) aufgebaut. Die unterste Schicht wird zuerst gedruckt. Alle weiteren Schichten werden so gedruckt, dass sie sich mit der darunterliegenden verbinden.
- Damit überhängende Bauteilstrukturen nicht nach unten abknicken oder sich verziehen, müssen teilweise Stützstrukturen gedruckt werden. Diese Stützstrukturen müssen entfernt werden.

Funktionsweise

- Die Größe des Bauteils richtet sich nach dem maximal zur Verfügung stehenden Bauraum des Druckers. Das Druckbett wird in z-Richtung nach unten gefahren.
- Eine genaue Beschreibung der verschiedenen Prozesse und Verfahren, die unter dem Begriff „Additive Fertigungsverfahren“ zusammengefasst werden, findet sich in der Richtlinie VDI 3405.
- Inzwischen gibt es eine Vielzahl an Publikationen, die sich mit den Fertigungsverfahren und Funktionsweisen beschäftigen.

Prozess



- Die Slicer-Software wird meistens mit dem Drucker geliefert oder ist als Download erhältlich.

Einführung 3D-Druck

Druckverfahren

Produktentwicklung mit 3D-Druck

Bauteildesign

Slicer - Druckvorbereitung

Dienstleistungen rund um den 3D-Druck



Druckverfahren

FDM, FFF – Schmelzschichtverfahren

STL, SLA – Stereolithografie

DLP – Digital Light Processing

MJM – Multi Jet Modeling, Polyjet

3DP – Pulverdruck, Binder Jetting

SLS – Selektives Lasersintern

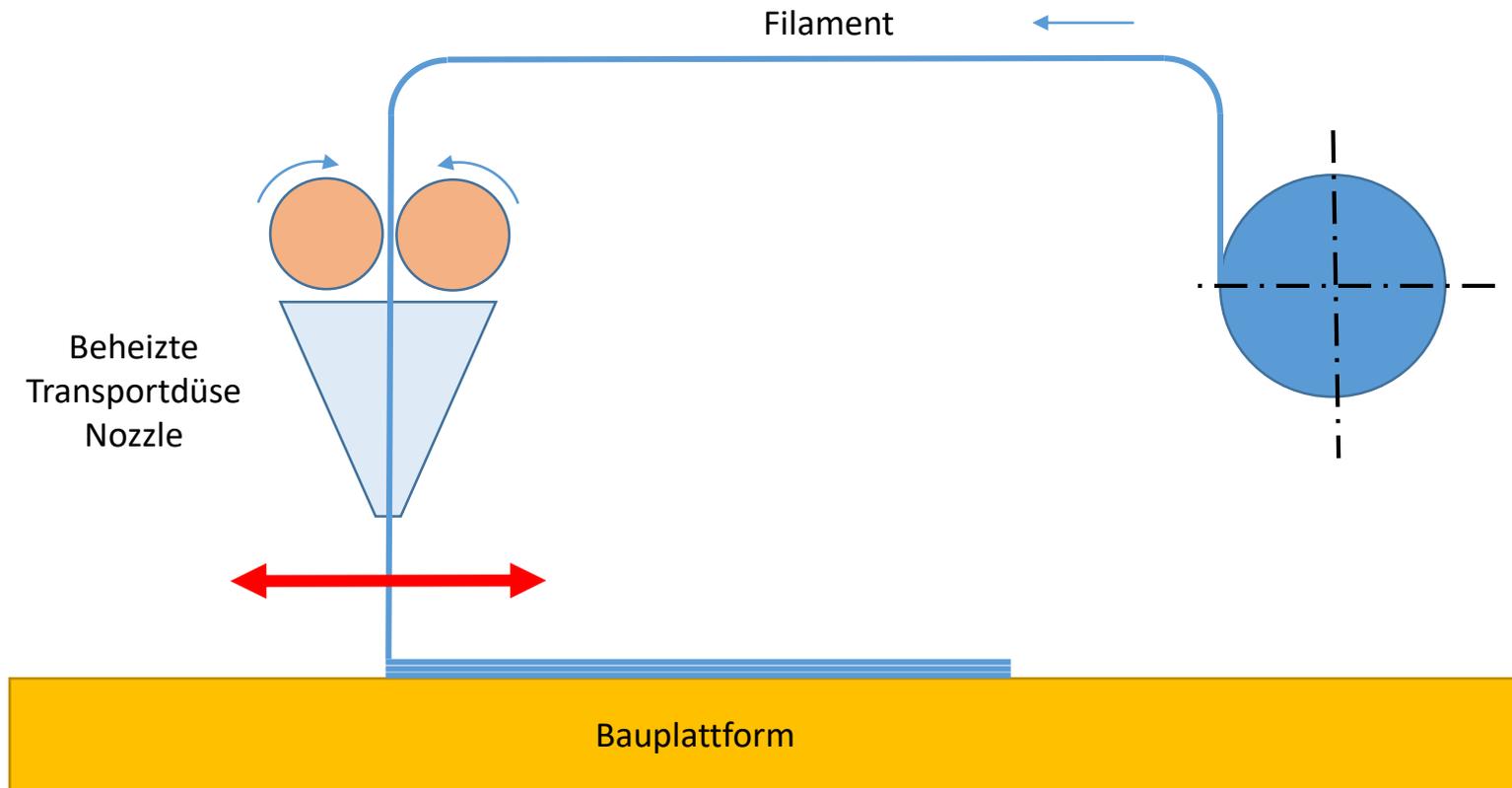
SLM, DMLS – Direktes Metall Laser Sintern

HP Jet Fusion

FDM, FFF – Schmelzschichtverfahren

- Fused Deposition Modelling (FDM) oder
- Fused Layer Manufacturing (FLM) oder
- Fused Filament Fabrication (FFF)
- Auf deutsch Schmelzschichtverfahren.
- Am einfachsten lässt sich dieses Verfahren mit einer computergesteuerten Heißklebepistole vergleichen.

FDM, FFF – Schmelzschichtverfahren



FDM, FFF – Schmelzschichtverfahren

- Eines der populärsten Verfahren ist das Drucken mit geschmolzenen Materialien.
- Vor allem Kunststoffe wie ABS oder PLA kommen hier zum Einsatz. Dieses Verfahren zählt derzeit zu den „günstigsten“ Möglichkeit ein dreidimensionales Objekt zu erzeugen.
- Auf Basis der bereits erwähnten Schichten / Layer, wird ein 3D-Objekt auf einer beweglichen oftmals beheizten Plattform aufgebaut.
- Der Druckkopf (wie z.B. in einem Tintenstrahldrucker) ist dabei ein beheizter Extruder, der das zugeführte Material (Kunststoff-Draht) schmilzt.

FDM, FFF – Schmelzschichtverfahren

- Werden weitere Extruder hinzugefügt, können auch bunte Objekte gedruckt werden.
- Um mithilfe dieses Verfahren überhängende Strukturen erzeugen zu können, werden neben einem weiteren Extruder auch bestimmte Stütz-Materialien benötigt. So können geplante Hohlräume oder Stützstrukturen z.B. mit wasserlöslichen Materialien gedruckt werden, die nach dem Druck ausgewaschen werden können.
- <https://www.youtube.com/embed/WHO6G67GJbM>
- <https://www.youtube.com/watch?v=GxLjDNrQBgs>

FDM, FFF – Schmelzschichtverfahren

- Verarbeitungstemperaturen:
 - PLA/PVA 180° - 220° C
 - ABS 220° - 260° C
 - Diese Temperaturen sind Richtwerte und müssen individuell ermittelt werden.
- ABS benötigt aufgrund der benötigten Haftung eine beheizbare Trägerplatte.

Einführung 3D-Druck

Druckverfahren

Produktentwicklung mit 3D-Druck

Bauteildesign

Slicer - Druckvorbereitung

Dienstleistungen rund um den 3D-Druck



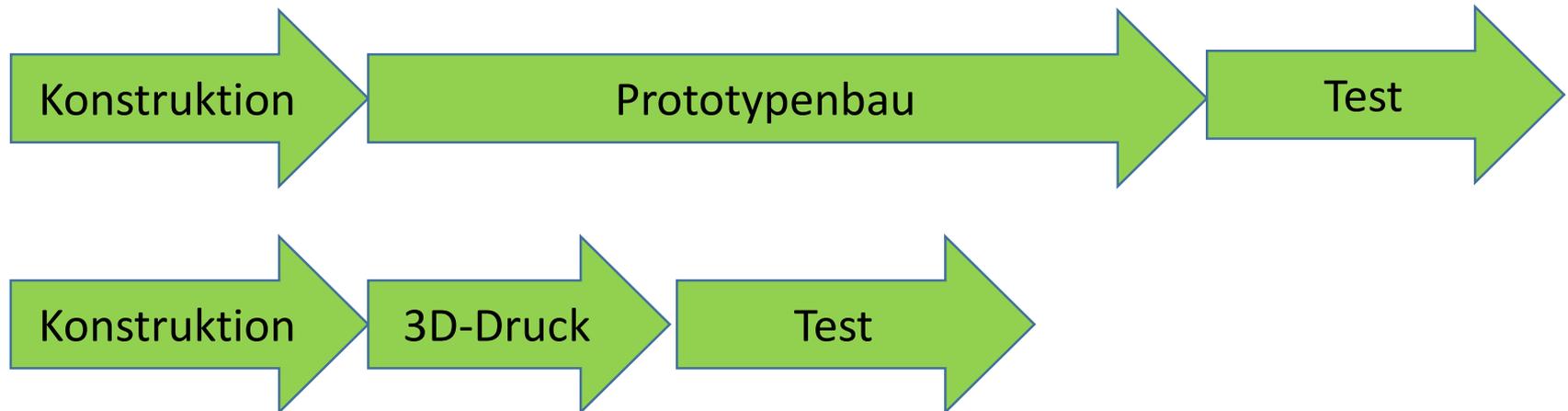
Produktentwicklung mit 3D-Druck

Entwicklungsprozess

Entwicklungsprozess

- Bei Unternehmen, die sich konsequent auf die neue Technologie einlassen, findet der 3D-Druck bereits in der Konstruktionsphase Eingang und beeinflusst den Wertschöpfungsprozess vom Einkauf bis hin zu den After Sales Services.
- Je umfassender und planmäßiger die Integration erfolgt, desto größeren „Impact“ hat die Technologie auf die Organisation – etwa durch
 - den Wegfall ganzer Produktionsschritte und
 - die Lokalisierung der Produktion,
 - die Verkürzung der Wertschöpfungsketten durch eine größere Eigenfertigungstiefe,
 - neue Qualifikationsbedarfe und Teamstrukturen oder
 - die Entstehung neuer prozessualer und technischer Schnittstellen zu Kunden.

Entwicklungsprozess



- Der Entwicklungszyklus kann sich durch den 3D-Druck entscheidend verkürzen.
- Somit ist man in der Produktentwicklung schneller am Markt und kann schneller Entwicklungsschleifen durchführen.

Entwicklungsprozess

- Einsatzbereiche von Teilen, die mit additiven Verfahren hergestellt werden:
 - Produktionsteile
 - Werkzeugmuster und Komponenten
 - Funktionsmodelle
 - Spezifische Vorrichtungen
 - Anschauungsobjekte
 - Konzeptmodelle
 - Passform- und Montageprüfung
 - Gussmodelle

Triebwerksdüse



Quelle: <http://www.gereports.com/post/91763815095/worlds-first-plant-to-print-jet-engine-nozzles-in-mass>,
<http://www.gereports.com/post/80701924024/fit-to-print>

19 Stück pro Triebwerk 3D gedruckt aus Kobalt-Chrom-Legierung

Vorteile:

- 20 Komponenten in 1 Bauteil integriert
- 5 mal verschleißfester
- 33% leichter
- Treibstoffverbrauch reduziert durch optimale Form

Produktion:

- 2014: Serienstart
- 2017: 30'000 Düsen pro Jahr
- 2020: 100'000 Düsen pro Jahr

Einführung 3D-Druck

Druckverfahren

Produktentwicklung mit 3D-Druck

Bauteildesign

Slicer - Druckvorbereitung

Dienstleistungen rund um den 3D-Druck



Bauteildesign

Bauteildesign in CAD-Programmen

Scan

Bauteildesign in CAD- Programmen

- Heutzutage ist die Konstruktion in 3D CAD Programmen zum Standard geworden.
- Ob mit einem High-End Programm für mehrere tausend Euro oder mit einer Freeware gearbeitet wird spielt eigentlich keine Rolle.
- Das Programm muss vom Anwender beherrscht werden.

Bauteildesign in CAD- Programmen

- Jede erdenkliche Konstruktion kann auf einem 3D-Drucker ausgedruckt werden. Durch eine geschickte Konstruktionsmethodik, können Stützkonturen vermieden werden.
- Bestehende Bauteile müssen auf ihre „Druckbarkeit“ überprüft und ggf. modifiziert werden
- Solche Konstruktionsrichtlinien gibt es nur in sehr begrenztem Umfang, daher ist die Erfahrung mit dem Druckprozess von entscheidender Bedeutung.

Auswahl CAD-Programme

- Kostengünstig / für Privatanwender:
- Sketchup <https://www.sketchup.com/de>
- 123D Design <https://autodesk-123d.de.softonic.com/>
- Fusion 360 <https://www.autodesk.de/products/fusion-360/overview>
- FreeCAD <https://www.freecadweb.org>

Bauteildesign

Bauteildesign in CAD-Programmen

Scan

Scannen von Geometrie

- Wann ist der Einsatz eines Scanner sinnvoll um eine Geometrie darzustellen und nicht neu zu konstruieren?
- Beim sog. Reverse Engineering
- RE: Nachkonstruktion eines bestehenden Bauteils. Aus der Analyse und Vermessung des Gegenstands wird eine 3D-Geometrie oder ein 3D-CAD-Modell generiert.

Scannen von Geometrie

- In vielen Fällen steht keine konstruierte 3D-Geometrie für einen Ausdruck zur Verfügung sondern nur ein bestehendes Bauteil.
- Anwendungsfälle:
 - Archäologische Funde
 - Katalogisierung von Kunst oder denkmalgeschützten Objekten
 - Ersatzteile für Oldtimer
 - Spielzeug (Modelleisenbahn)
 - Architektur
 - Personen

Einführung 3D-Druck

Druckverfahren

Produktentwicklung mit 3D-Druck

Bauteildesign

Slicer - Druckvorbereitung

Dienstleistungen rund um den 3D-Druck

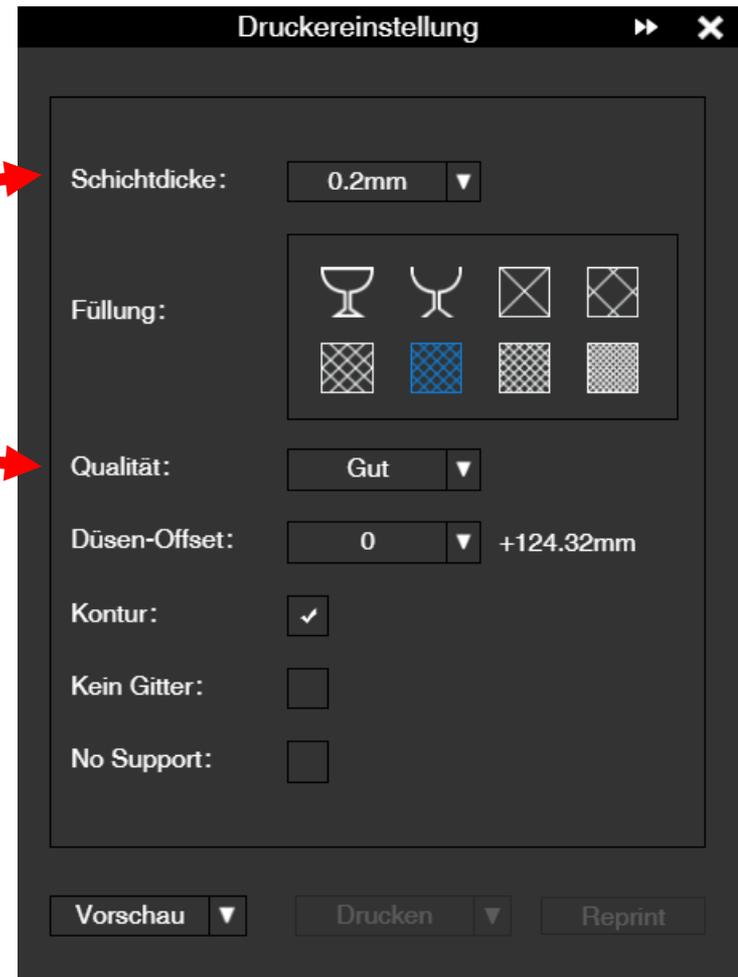


Überblick Slicer - Druckvorbereitung

- Der Slicer ist die Software, die das Bauteil in einzelne Schichten (Layer) zerlegt und Innenstruktur, Füllung, Stützstrukturen usw. berechnet.
- In der Slicer-Software können neben der Schichtdicke, auch das Material, die Temperatur, Vorschub und weitere Parameter eingestellt werden. Bei vielen 3D-Druckern ist der Slicer bereits im Softwarepaket enthalten.

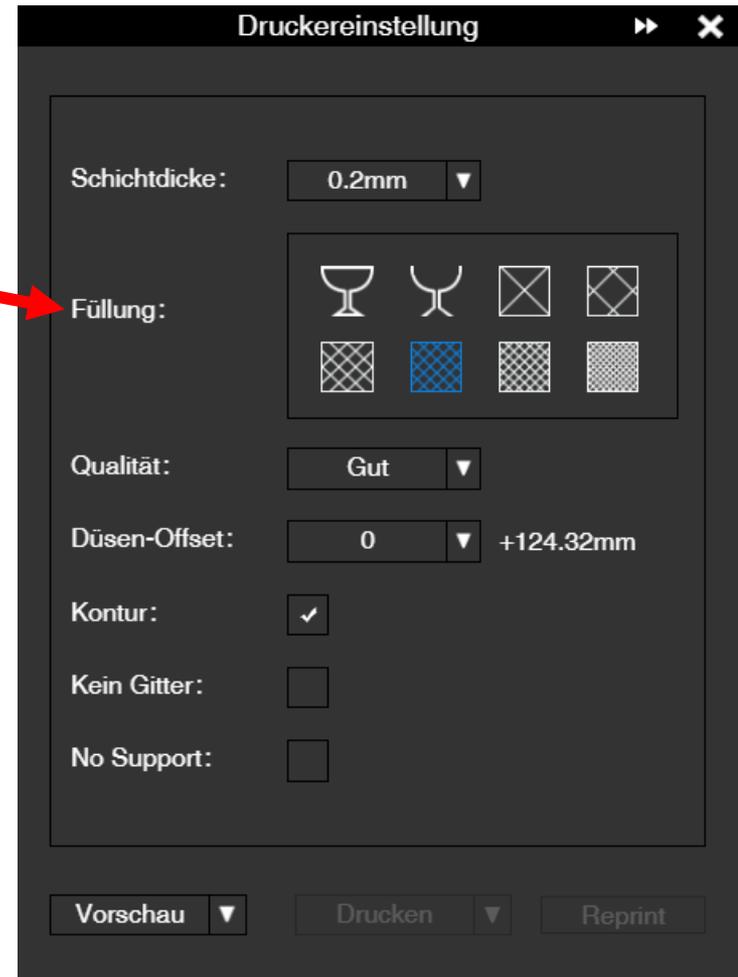
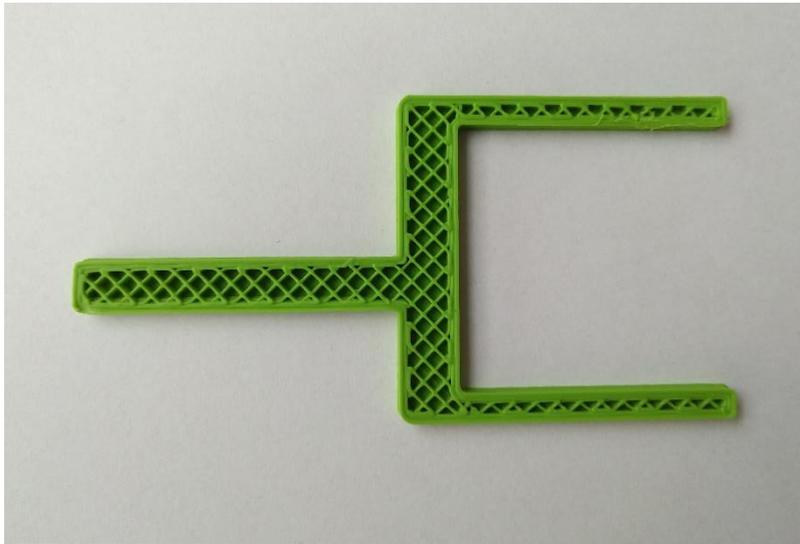
Begriffserklärung

- Schichtdicke
 - 0,15 – 0,35 mm
- Qualität
 - Normal – Gut – Schnell



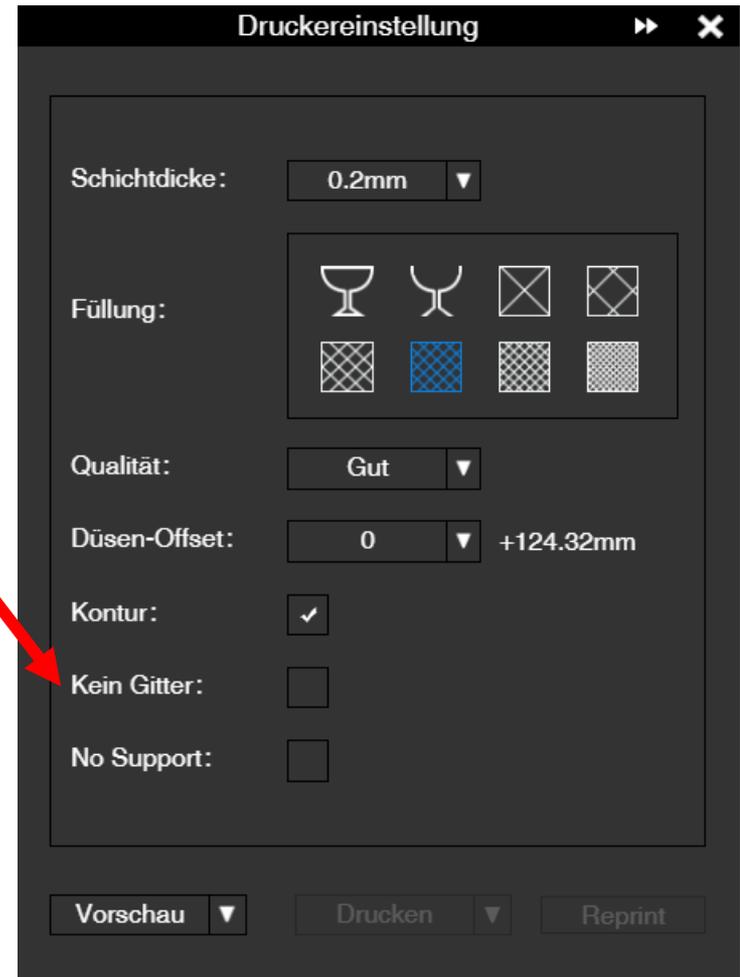
Begriffserklärung

- Füllung – Infill
 - Dieser Wert beschreibt die innere Füllung des Bauteils.



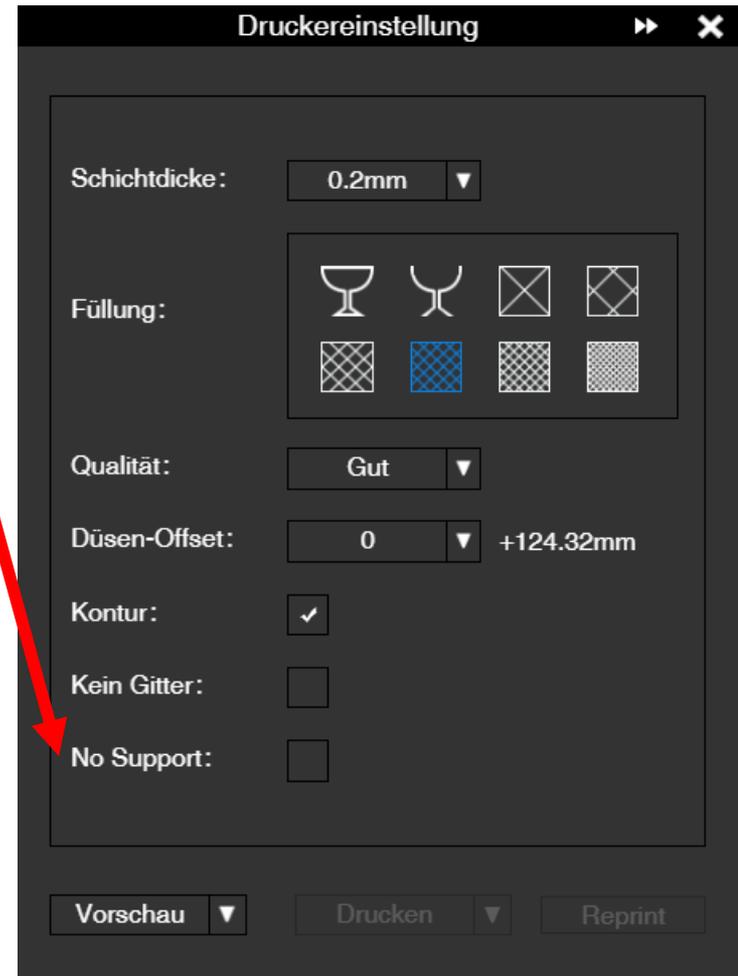
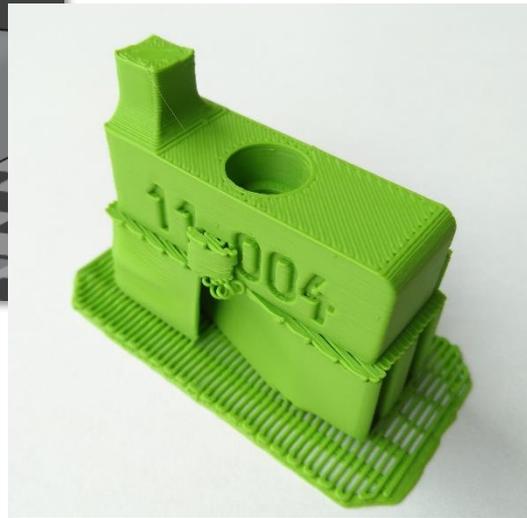
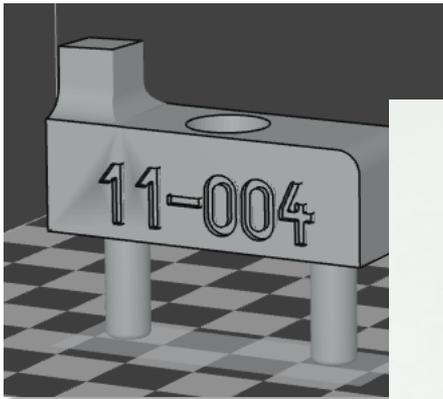
Begriffserklärung

- Gitter - Raft
 - Eine Gitterstruktur unter dem Bauteil



Begriffserklärung

- Support – Stützkonturen
 - Automatische Generierung von Stützkonturen von Modellen mit Überhängen.



Einführung 3D-Druck

Druckverfahren

Produktentwicklung mit 3D-Druck

Bauteildesign

Slicer - Druckvorbereitung

Dienstleistungen rund um den 3D-Druck



Dienstleitungen rund um den 3D-Druck

3D-Druck-Dienstleister

Designvorlagen aus dem Internet

FabLab / Makerspace

Weitere Links

3D-Druck Dienstleister

- Im Internet ist inzwischen eine Vielzahl von Dienstleistern zu finden.
- Viele dieser Firmen sind auf einzelne Bereiche spezialisiert (Schmuckdesign, Metalldruck, Prototypenbau, Scanen, Figuren...)
- Diese Firmen bieten in der Regel auch eine Beratung und Optimierung der zu druckenden Bauteile an.
- Entwicklungs- und Forschungszentren wie z.B. das Laser-Zentrum Nord sind ebenfalls zu finden. <http://www.lzn-hamburg.de/>

Dienstleitungen rund um den 3D-Druck

3D-Druck-Dienstleister

Designvorlagen aus dem Internet

FabLab / Makerspace

Weitere Links

Designvorlagen aus dem Internet

- www.thingiverse.com
 - Hier gibt es hunderte oder tausende Baupläne, Anleitungen, Objekte als kostenlosen Download.
- <https://i.materialise.com/>
 - Plattform für Designer und Druckservice
- <http://www.yeggi.com/>
 - Plattform für Designer und Druckservice
- <https://www.3d-grenzenlos.de/3d-druckvorlagen/>
 - Übersicht vieler Plattformen

Dienstleitungen rund um den 3D-Druck

3D-Druck-Dienstleister

Designvorlagen aus dem Internet

FabLab / Makerspace

Weitere Links

FabLabs / MakerSpace

- Makerspace in München:
- <https://www.maker-space.de/>

Dienstleitungen rund um den 3D-Druck

3D-Druck-Dienstleister

Designvorlagen aus dem Internet

FabLab / Makerspace

Weitere Links

Weitere Links...

- <https://www.3d-grenzenlos.de>
- <https://3druck.com/>

- Messe für 3D-Druck im Juni in Erfurt:
- <http://www.fabcon-germany.com/>

- Messe im Februar in Düsseldorf:
- <https://www.metav.de/>

- Messe im November in Frankfurt
- <https://www.mesago.de/de/formnext/home.htm>

Vielen Dank
für ihre
Aufmerksamkeit

Christian.kubitsch@movement-consulting.de

www.MoveMent-Consulting.de