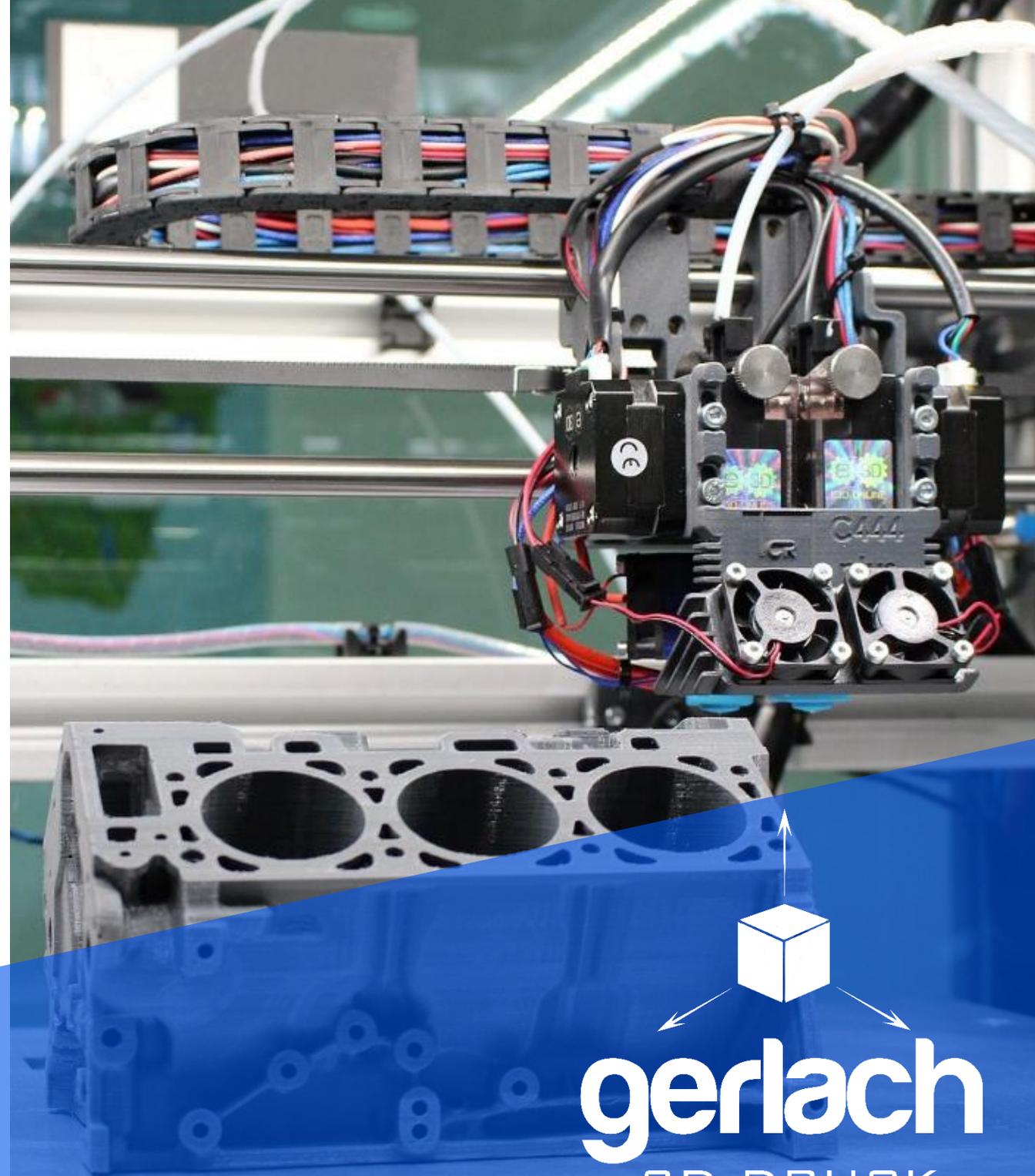


3D-Druck

Informationen, Anwendungen und Konstruktionsrichtlinien

Die additive Fertigung ermöglicht die Realisierung bisher nicht herstellbarer, komplexer Geometrien. So sind Mehrfachhinterschneidungen, Funktionsintegration oder Kleinstserien und Prototypen wirtschaftlich realisierbar.

Durch die Verfahren kann dem Markt, welcher immer kürzere Entwicklungszeiten und Budgets voraussetzt, entsprochen werden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass jede Aufgabenstellung durch die additive Fertigung wirtschaftlich gelöst werden kann. Dieses Dokument soll Ihnen einen Einblick in die Möglichkeiten geben und die zu beachtenden Konstruktionsregeln beim 3D-Druck nahebringen.



Über uns

Als Dienstleister im Bereich des 3D-Drucks bieten wir die komplette Prozesskette der additiven Fertigung an. Dabei unterstützen wir Sie bei der Entwicklung Ihrer Systeme, von der Werkstoffauswahl bis zur belastungsgerechten Gestaltung der Komponenten und übernehmen die Fertigung von Kunststoffbauteilen im FDM (FFF)-Verfahren und streben im Bereich von Metallbauteilen die Fertigung mit dem SLM-Verfahren an. Die Bauteilgeometrien unterliegen dabei minimalsten Einschränkungen, sodass hochkomplexe Geometrien gefertigt werden können.

In der Fertigung wird das Bauteil direkt aus dem Datensatz erstellt. Somit ist es möglich, Design- und Funktionsmuster, sowie Vor- oder Kleinserien für Sie herzustellen. Durch die Möglichkeit, einen Datensatz direkt umzurechnen, erreichen wir kürzeste Lieferzeiten und können auf Anpassungen umgehend reagieren.



Kontakt

Gerlach 3D-Druck
Pastor-Kersten-Straße 68
26810 Westoverledingen
Deutschland
+49 4961 836450
+49 172 4140490
info@gerlach-3d.de
www.gerlach-3d.de

Tätigkeitsfelder

Unsere bisherigen Projekte lassen sich den folgenden Branchen zuordnen:

- Sondermaschinenbau
- Automobil
- Elektroindustrie
- Gesundheit
- Ersatzteilservice

Die Vorteile des 3D-Drucks

Geometrische Freiheit

Beim herkömmlichen Produktdesign wird meist nach der gewählten Fertigungsart konstruiert (Fertigungsgerechte Konstruktion). Dadurch werden keine optimale Werkstoffausnutzung und Kraftweiterleitung erreicht. Der 3D-Druck generiert ein Bauteil schichtweise, was zu einer geometrischen Freiheit führt. Somit treten kaum Fertigungsgrenzen auf.

Herstellgeschwindigkeit- und -kosten

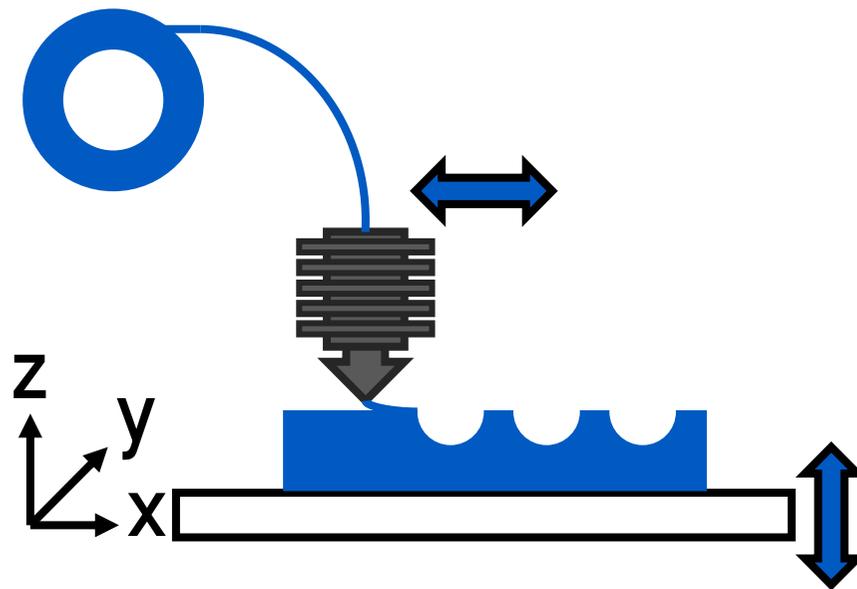
Ein weiteres Merkmal beim 3D-Druck ist, dass außer dem Drucker keine Werkzeuge zur Herstellung einer Geometrie benötigt werden. Somit sind kürzeste Zykluszeiten im Herstellprozess erreichbar. Zusätzlich werden die Kosten gesenkt und sind unabhängig vom Auftragsvolumen oder der Variationen der Bauteile. Dies ermöglicht die schnelle Implementierung von Konstruktionsänderungen und optimiert den gesamten Produktionszyklus von der Entwicklung bis zur Herstellung.



Verfahren

FDM (Fused Deposition Modelling)

Beim FDM-Verfahren wird ein thermoplastisches Kunststofffilament in eine Heizkammer eingezogen und bis knapp unter die Schmelztemperatur aufgeheizt. Mittels einer Düse wird das teigige Baumaterial ausgegeben und härtet anschließend durch Wärmeleitung an die Umgebung und das teilfertige Bauteil aus. Der Extruder, durch den das Material ausgegeben wird, wird in der x-y-Ebene über die Bauplattform bewegt, sodass Materialraupen abgelegt und zunächst eine 2D-Schicht erstellt wird. Nach Abschluss einer Schicht wird die Bauplattform oder der Druckkopf um jeweils eine Schichtstärke abgesenkt bzw. angehoben und eine neue Schicht wird abgelegt. Die einzelnen Schichten werden somit übereinandergelegt und miteinander verschmolzen.



SLM (Selektive Laser Melting)

Beim SLM Prozess (Selektives Laserschmelzen) wird durch das Aufschmelzen eines Metallpulvers ein Bauteil generiert. Der Prozess gliedert sich in drei Phasen:

1. Absenken der Bauplattform

Im ersten Schritt wird die Bauplattform, auf welche das Bauteil aufgebaut wird, um die definierte Schichtdicke abgesenkt. Diese Schichtdicken betragen dabei meist $10\mu\text{m} - 60\mu\text{m}$.

2. Pulverauftrag

Mittels eines Beschichters wird aus einem Vorratsbehälter das Pulver mit der vorher definierten Schichtdicke auf die Bauplattform aufgetragen.

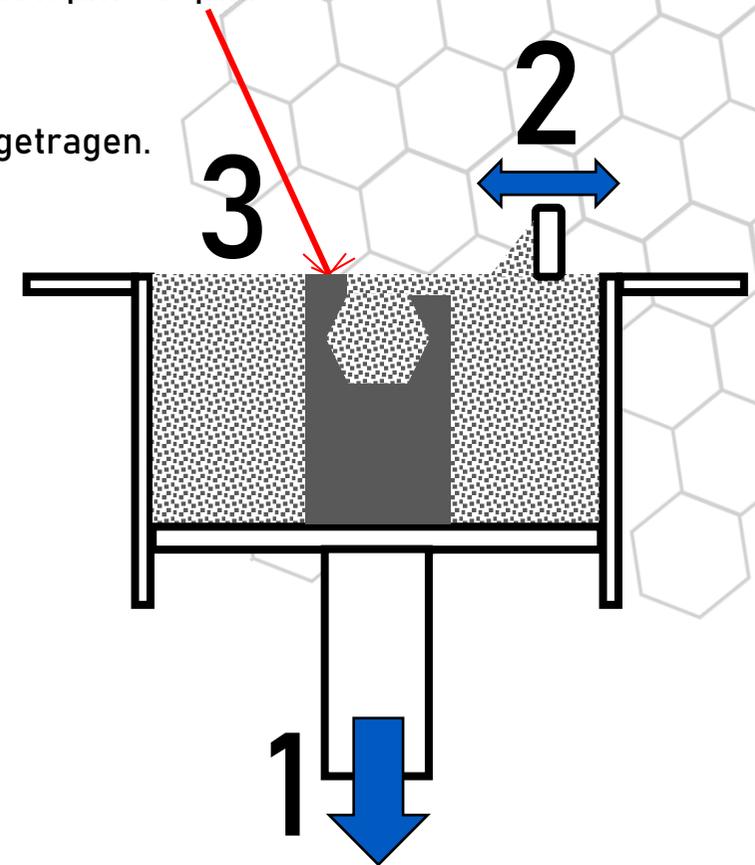
3. Schmelzen

Im Anschluss an die Beschichtung wird das Pulver selektiv durch einen Laserstrahl aufgeschmolzen.

Der Laserstrahl folgt dabei der im Baujob vorgegebenen Kontur.

Das durch den Prozess generierte metallurgische Gefüge weist dabei eine relative Dichte von bis zu $>99,5\%$ auf.

Die physikalischen und mechanischen Eigenschaften gleichen dabei dem gegossener Bauteile.



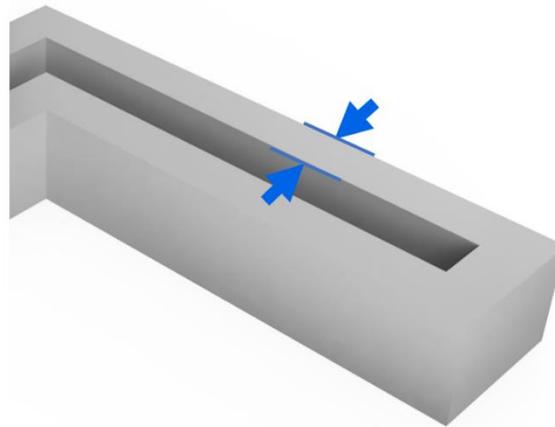
Konstruktionsrichtlinie

Auch wenn eine annähernde geometrische Freiheit gilt, so unterliegen 3D-gedruckte Bauteile auch einigen Konstruktionsrichtlinien. Diese Richtlinien dienen einem optimalen Druckjob, bei dem die Nacharbeit minimiert und somit optimale Bauteileigenschaften erreicht werden.

Bei Fragen oder Unklarheiten bezüglich der Eignung Ihrer Bauteile für den 3D-Druck unterstützen wir Sie jederzeit.

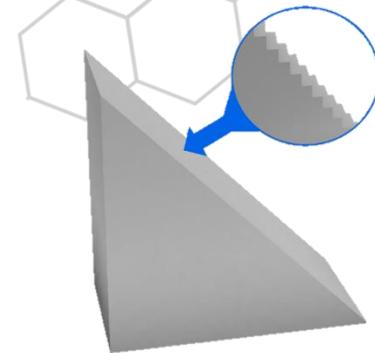
Wandstärke

Die Wandstärke beim FDM 3D-Druck muss mindestens dem zweifachen Düsendurchmesser entsprechen. Meist wird eine 0,4mm Düse angewandt, sodass sich eine Mindestwandstärke von 0,8mm ergibt. Beim SLM-Verfahren beträgt die Mindestwandstärke 1mm. Zu hohe Wandstärken sind jedoch ebenfalls nicht empfehlenswert, da so mehr Material und Zeit benötigt wird und es zu einem Verzug kommen kann. Konstruieren Sie ihr Bauteil nach dem Prinzip: So viel wie nötig, so wenig wie möglich!



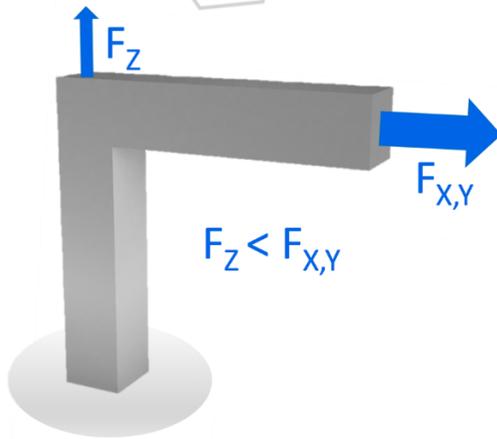
Oberflächen und Druckausrichtung

Bei der additiven Fertigung wird Ihr Bauteil Schicht für Schicht gedruckt. Daher wird die Qualität der Oberflächen durch die Druckausrichtung beeinflusst. Wie in dem nebenstehenden Bild dargestellt, weisen Diagonale den sogenannten Treppeneffekt auf. Überlegen Sie daher schon bei der Konstruktion, welche Oberflächen die höchste Güte aufweisen sollen. Beim FDM-Verfahren weist die Oberfläche, durch die einzelnen Materialraupen, Rillen auf, wobei beim SLM-Verfahren eine raue Oberfläche durch das Pulver auftritt. Die Oberflächengüte direkt nach dem Druck entspricht einem $Ra > 5\mu\text{m}$. Nach dem Druck können jedoch alle Arten der Nachbearbeitung durchgeführt werden.



Anisotropie (Richtungsabhängigkeit)

Wie auch bei der Oberflächen- und Druckausrichtung, unterliegen die mechanischen Eigenschaften einer Richtungsabhängigkeit. Die Festigkeit ist parallel zu den Drucklagen höher als orthogonal zu diesen. Vermeiden Sie daher möglichst Elemente an Ihrem Bauteil, welche parallel zur Grundplatte verlaufen und mit Stützstrukturen gedruckt werden müssen.



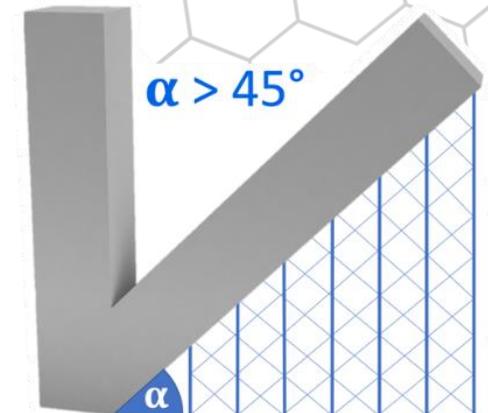
Toleranzen und Details

Beim FDM – und SLM- Verfahren liegen die Standardgenauigkeiten bei ca. 0,15 % des Nominalmaßes, wobei sie einer Mindesttoleranz von 0,2 mm unterliegen. Details wie Buchstaben oder Zahlen sollten eine Mindestlinienstärke und Mindesthöhe/-tiefe von 0,4 mm aufweisen. Bei einem Element, welches später montiert wird, sollten genügend große Abstände zwischen den Bauteilen berücksichtigt werden. Diese sollten ca. >0,6 mm betragen, um Bauteile, trotz rauer Oberfläche und dadurch induzierter Reibung, zu montieren.



Supportstrukturen

Bei der additiven Fertigung werden die Bauteile Schicht für Schicht generiert. Durch die essentielle Schwerkraft ist es nicht möglich Schichten ins „Leere“ zu drucken. Daher werden für Überhänge, welche eine Neigung von $>45^\circ$ aufweisen, Supportstrukturen benötigt. Die 45° -Regel gilt für innen- und außenliegende Strukturen. Bei innenliegenden Supportstrukturen ist daher zu beachten, dass diese entfernt werden können. Die Strukturen müssen manuell entfernt werden, wobei beim FDM-Verfahren die Möglichkeit besteht, die Strukturen aus wasserlöslichem Material zu drucken, sodass diese ausgewaschen werden können.



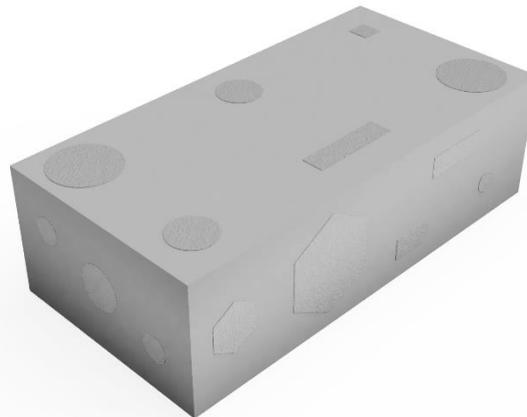
Integrierende Bauteile

Es besteht die Möglichkeit Bauteile direkt integriert herzustellen. Das heißt, Sie können bspw. zwei ineinander verschränkte, nicht demontierbare Bauteile direkt herstellen. Dabei sollte der Mindestabstand der Bauteile zueinander $>0,4$ mm betragen. Zusätzlich gelten die Regeln für Überhänge und Supportstrukturen.



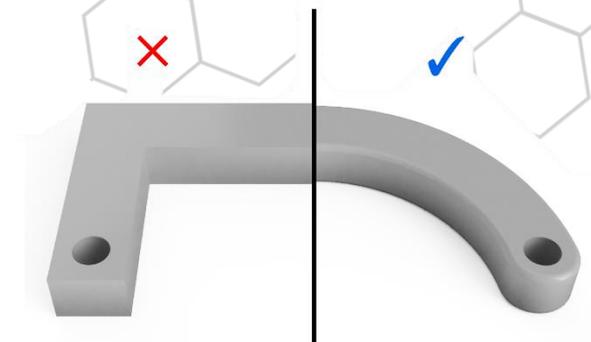
Pulver-/Materialentfernung

Bei der Erstellung eines Modells, welches Hohlräume aufweist, ist zu beachten, dass die innenliegenden Supportstrukturen und das Pulver entfernt werden müssen. Zum Entfernen der Materialien wird eine Öffnung von >3 mm benötigt. Bei größeren Materialmengen sollten mehrere und größere Öffnungen eingeplant werden. Bohrungen und Kanäle sollten generell nicht kleiner als 2 mm gewählt werden. Es gilt: Je länger und komplexer die Kanäle und Bohrungen gestaltet sind, desto größer muss der Durchmesser gewählt werden.



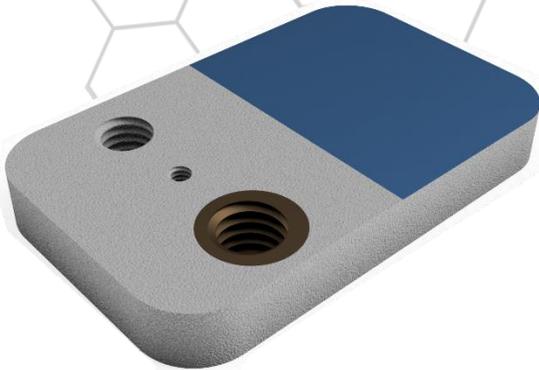
Eigenstressungen

Die additive Fertigung mittels FDM und SLM entspricht einem schichtweisen Schweißvorgang. Während des Druckvorgangs, kann es daher zu thermischen Spannungen innerhalb des Bauteils kommen. Bei Bauteilen, welche nicht optimiert gestaltet sind, kann es daher zu einem Verzug oder sogar Versagen der Struktur kommen. Daher sind spezifische material- und prozessabhängige Konstruktionsmerkmale anzuwenden. Kanten sollten mit einem Radius von, wenn möglich, >3 mm abgerundet und große Dimensionssprünge vermieden werden. Anstatt kantig zu konstruieren, sollten Sie organische Formen anwenden, um auch das volle Potential der additiven Fertigung auszunutzen.



Gewinde und Nachbearbeitung

Gewinde werden nicht fertig eingedruckt, sondern im Anschluss an den Druck nachgeschnitten oder auch durch Gewindebuchsen eingepresst. Ebenso können sonstige Nachbearbeitungen wie z.B. Lackierungen mit uns durchgesprochen und geplant werden, sodass Ihr gewünschtes Ergebnis erzielt wird.



Materialien

Kunststoffe

Mit dem FDM-Verfahren können viele verschiedene Polymere verarbeitet werden. Dabei reicht das Spektrum von gefüllten Kunststoffen bis zu Hochleistungskunststoffen. Die folgende Übersicht gibt einen Einblick in das Spektrum der verwendeten Materialien:

- PLA
- Gefülltes PLA (Holz, Metall, Stein)
- ABS
- PETG
- GreenTec Pro (HL)
- Nylon
- TPU (el.)
- 3dkTop (HL)
- PMMA (Acryl)
- PVA (wasserl.)

HL = Hochleistungskunststoff
el. = elastisch

Metalle

Das SLM-Verfahren bietet ein breites Spektrum der zu verarbeiteten Metalle. Da es sich bei dem Verfahren vgl. um einen Schweißprozess handelt, können nahezu alle schweißbaren Materialien verarbeitet werden. Zu Beginn des Projekts Metall-3D-Druck wird, je nach Feedback, eine Auswahl aus den folgenden Materialien angeboten:

Edelstahl

- 316L
- 630

Titan

- Ti2
- Ti64 ELI

Nickelbasislegierung

- 718

Aluminium

- AlSi10Mg
- AlSi12

Werkzeugstahl

- 1.2709

Bisherige Projekte

Aus Datenschutzgründen können nur begrenzt Einblicke in Kundenaufträge gegeben werden. Folgende Bilder sollen jedoch einen kleinen Eindruck über bisher abgeschlossene Aufträge geben. Bei den gezeigten Projekten handelt es sich um Kunststoffbauteile.

