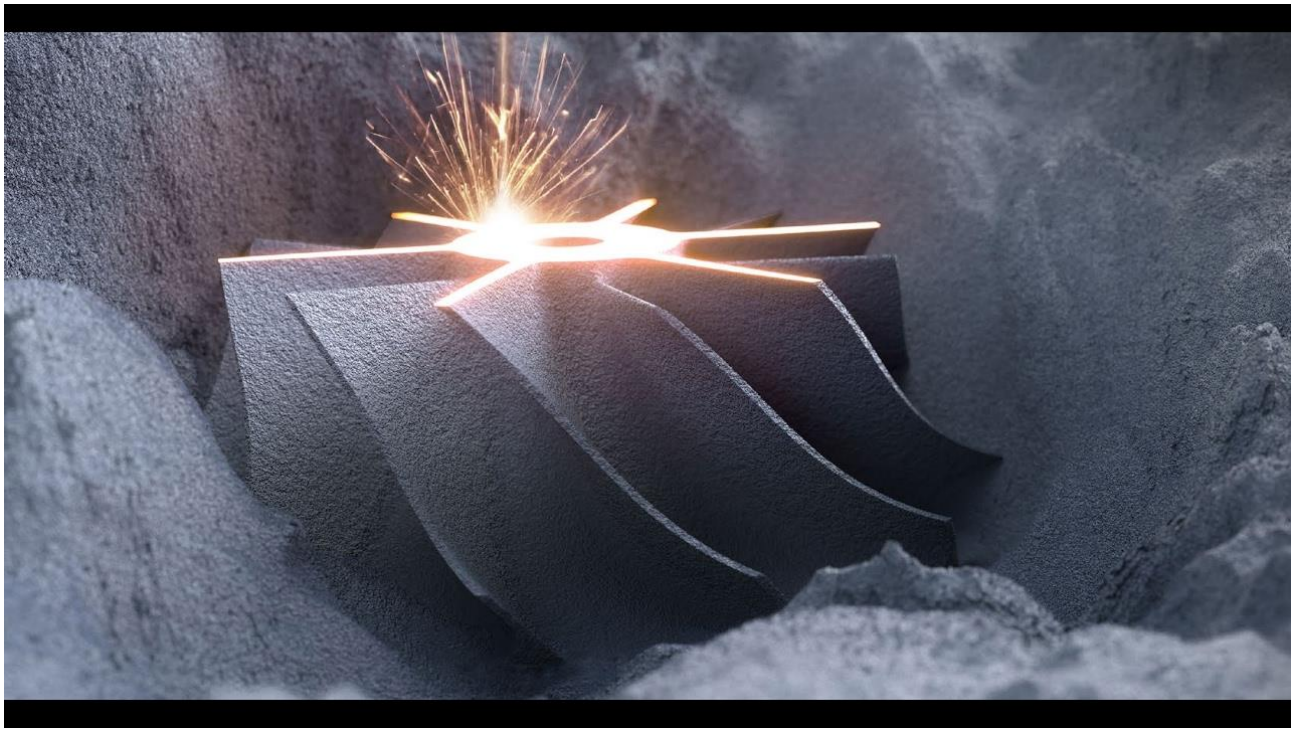
Leitfragen zum Rollenspiel

Rollenspiel zum Modul - 3D Druckverfahren



Inhalte:

- Spielleiterkarte mit Spielinformationen
- Expertenkarte SLM
- Expertenkarte CNC
- Expertenkarte FDM
- Expertenkarte SLS

Spielleiterkarte

Sie schlüpfen in diesem Rollenspiel in die Figur des Firmenchefs, der verschiedene Bauteile fertigen möchte. Ihre Mitschüler sind die Experten. Sie kennen sich mit den verschiedenen Fertigungsverfahren aus und können Ihnen genau sagen welches Fertigungsverfahren für welches Bauteil geeignet ist. Lassen Sie sich von Ihnen bei der Auswahl beraten!

Schritt 1:

Verteilen Sie nun die einzelnen Expertenkarten an Ihre Mitspieler. Ein Mitspieler beschäftigt sich mit dem CNC-Verfahren, die restlichen Mitspieler können jeweils ein 3D-Druckverfahren auswählen.

Geben Sie nun Ihren Experten Zeit sich mit dem für Sie ausgewählten Verfahren vertraut zu machen. Sie befassen sich nun mit Schritt zwei.

Schritt 2:

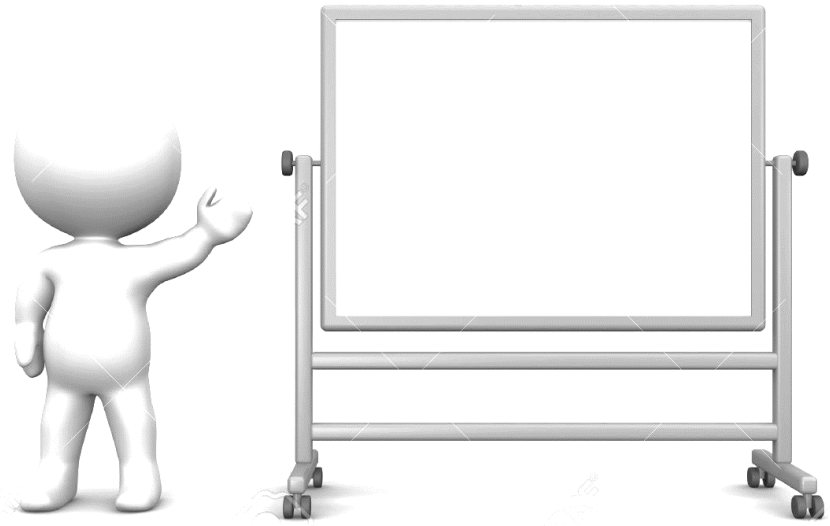
Während Ihre Mitspieler oder auch Experten Ihre Texte lesen, bekommen Sie die Gelegenheit, sich mit der Chefrolle anzufreunden. Wenn Ihre Mitspieler fertig gelesen haben werden Sie im Museum auf Erkundungstour gehen. Ihre Aufgabe wird sein, dass Sie beim Rundgang 5 Bauteile auswählen die Sie, in Zukunft, fertigen wollen. Sie sollen jedes Bauteil, welches Sie Auswählen, aus verschiedenen Perspektiven abfotografieren. Nutzen Sie hierfür ihr Smartphone.

Lassen Sie sich nun von Ihren Experten beraten, welche Fertigungsverfahren für Ihre Bauteile infrage kommen. Beachten Sie hierbei die Besonderheiten von jedem Verfahren. Ihre Experten wissen Bescheid.

Schritt 3:

Wählen Sie 2 der 5 Bauteile aus und legen Sie genau fest mit welchem Verfahren das Bauteil gefertigt werden kann und soll, gerne darf ein Verfahren auch zweimal genommen werden.

Die beiden Bauteile die Sie ausgewählt haben sollen Sie anschließend der gesamten Klasse Vorstellen. Gehen Sie dabei auf das Bauteil ein und begründen Sie welches Verfahren Sie zur Fertigung in Erwägung ziehen. Gehen Sie auch auf die Orientierung des Bauteils ein, um Support Strukturen zu vermeiden oder möglichst wenig Umspannvorgänge (beim CNC Verfahren) zu haben. Diskutieren Sie mit den anderen Gruppen ob Sie zu einer ähnlichen Lösung kommen.



Expertenkarte CNC Fräsen

Beim CNC (Computerized Numerical Control) Fräsen wird ein Bauteil aus einem vollem Stück Metall, Holz oder Kunststoff (auch Rohling genannt) gefräst.

Dieser Rohling wird solange von verschiedenen Seiten bearbeitet, bis die gewünschte Endkontur erreicht ist. Je nach Kontur können Fräser mit unterschiedlichen Formen eingespannt werden.

Der linke Fräser ist ein Fräskopf zum Schlichten, das bedeutet, dass die Arbeitsgeschwindigkeit langsam ist aber dafür eine sehr gute Oberfläche erzeugt wird. Der rechte Fräser ist ein Schruppfräser, das bedeutet, dass ein schnelles Arbeiten möglich ist, aber die Oberfläche nicht so genau ist. Oft wird mit einem Schruppfräser vorgearbeitet und dann mit einem Schlichtfräser die Oberfläche erzeugt. Ähnlich wie beim Arbeiten mit einer Feile. Erst grob, dann fein.

Die dabei entstehenden Späne werden von Förderbändern aus der Fräsmaschine transportiert und können wieder eingeschmolzen werden

Abbildung 1Fräser in Aktion mit Kühlschmiermittel

Abbildung 2CNC gefrästes Bauteil

Beim Betrachten des abgebildeten Bauteils fällt auf, dass alle Außenecken des Frästeils eine scharfe 90° Ecke aufweisen. Die Innenecken jeder Geometrie sind aber immer mit einem kleinen Radius versehen. So sind dem CNC Fräsern bedingt durch die eingesetzten Werkzeuge auch Grenzen gesetzt. Es ist also nicht möglich in Fräserrichtung (Axial zum Fräser) eine scharfe 90° Ecke zu fertigen.

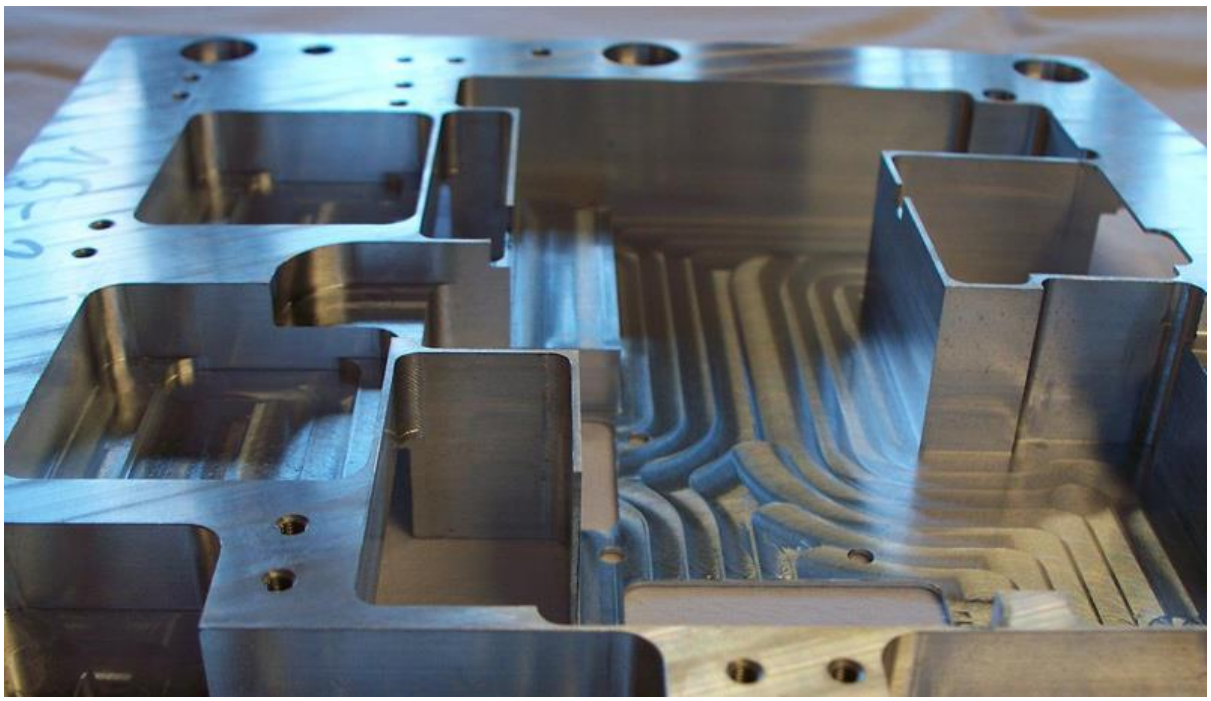
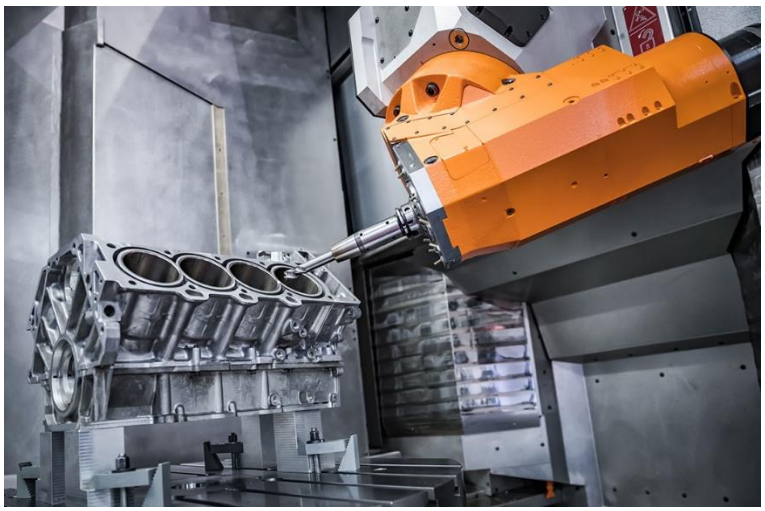


Abbildung 3Bauteil aus der CNC Fertigung

Die Fertigungszeit eines CNC Teils setzt sich aus den Außenmaßen des Rohteils und aus dem Spanvolumen, das zum Bauteil mit Fertigmaß abgetragen werden muss, zusammen. Dazu kommt wie genau ein Bauteil sein

muss. Es dauert viel länger, wenn die Oberflächenqualität sehr gut (möglichst glatt) sein muss. Bei nachfolgendem Bild sieht man, dass es möglich ist die Zylinderlaufbahnen eines Motors mit CNC Maschinen so zu bearbeiten das die Oberfläche den Anforderungen entspricht.



Wie schnell der Vorschub (die Geschwindigkeit beim Bearbeiten) dabei sein darf, hängt vom Material ab. Spröde Metalle (die Klinge von scharfen Küchenmessern) lassen sich schlechter zerspanen und der Vorschub ist eher gering (langsam). Metalle wie Aluminium oder Kunststoffe können mit einem höheren Vorschub (schneller) zerspannt werden. Je besser ein Material zerspant werden kann, desto besser oder genauer ist die Oberfläche des Bauteils. Umgekehrt heißt es: Je härter der Werkstoff ist, desto langsamer darf die Vorschubgeschwindigkeit sein.

Expertenkarte Selektives Laser Schmelzen (SLM)

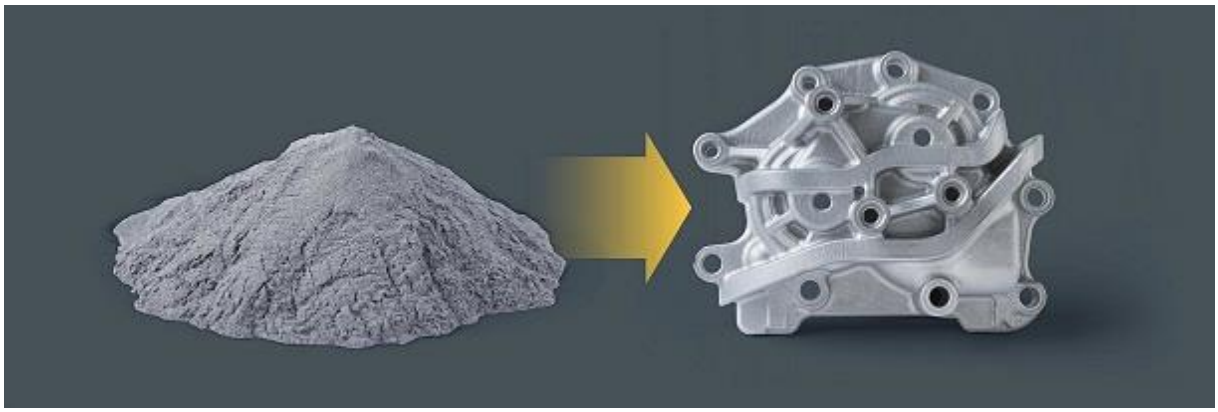


Abbildung 4Vom Metallpulver zum Bauteil (SLM)

Das selektive Laserschmelzen (englisch: Selective Laser Melting) ist ein additives (englisch: Additive Manufacturing), werkzeugloses Fertigungsverfahren für metallische Werkstoffe. Werkzeuglos daher, da dieses Verfahren, Bauteile aus Pulver herstellt und keine Werkstücke aus einem Metallstück herausarbeitet. Das SLM-Verfahren und auch andere 3D-Druck Verfahren werden auch Additive Fertigung genannt. Als übergeordnete Bezeichnung hat sich der Begriff 3D-Metalldruck etabliert.

Das Verfahren im Überblick

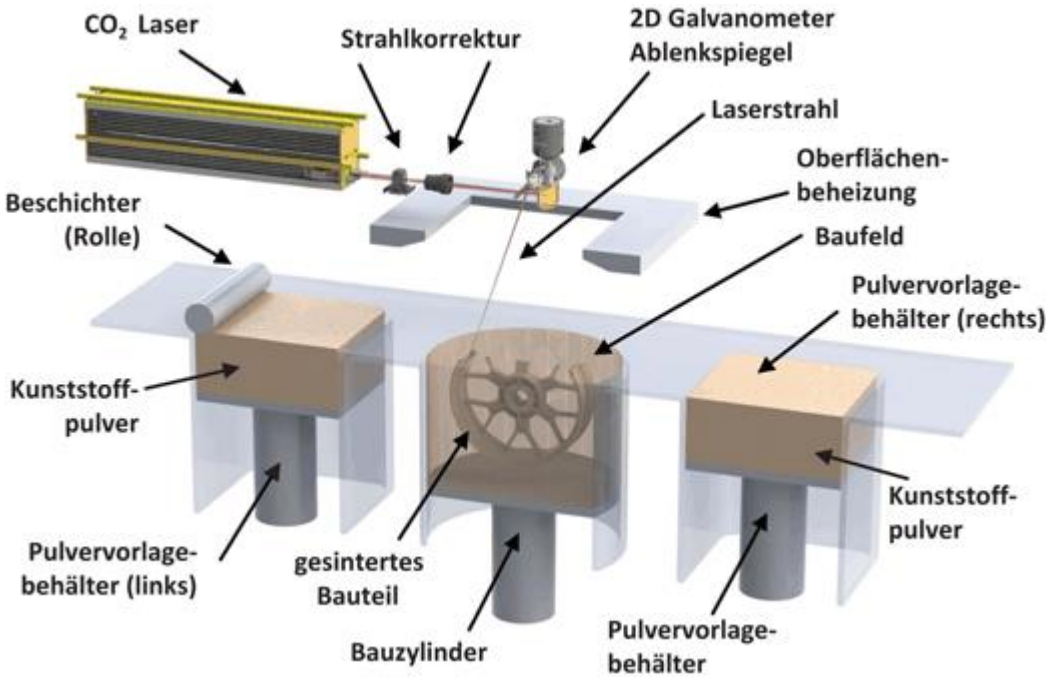


Abbildung 5Verfahren im Überblick

Beim selektiven Laserschmelzen wird das zu verarbeitende Metall in Pulverform in einer dünnen Schicht durch einen Beschichter (Ähnlich wie beim Bestreichen eines Brötchens mit Butter) auf einer Bauplatte aufgetragen. Ein Laser schmilzt das Metallpulver lokal auf. Lokal bedeutet, dass nur das vom Laser „beleuchtete“ Metallpulver schmilzt und sich beim Abkühlen mit der Lage darunter verbindet. Die Bauteilkontur wird durch Ablenkung des Laserstrahls mittels eines Spiegels (Scanner) erzeugt. Der Aufbau des Bauteils erfolgt Schicht für Schicht. Die Schichtstärken können zwischen 15 und 500 Mikrometer dick sein. Durch Absenkung des

Bauraumbodens, Neuauftrag von Pulver und erneutem Schmelzen. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis eine 3D-Geometrie entsteht. Anschließend wird das fertige Bauteil aus dem Pulverbett geholt. Das geschieht indem das Pulver mit einem Staubsauger abgesaugt wird. Das Abgesaugte Pulver wird zu 100% Recycelt und kann beim nächsten Bauteildruck direkt wiedereingesetzt werden.

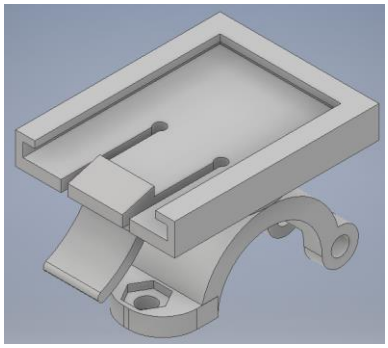
Bauteilstrategien

Mit diesem Verfahren können Bauteile hergestellt werden die aus einem Material gefertigt, jedoch an einigen Stellen andere Eigenschaften haben. Dies wird durch eine unterschiedlich starke Belichtung der einzelnen Areale erreicht. Dadurch kann das Material im Außenbereich des Bauteils eine höhere Härte haben als innen.

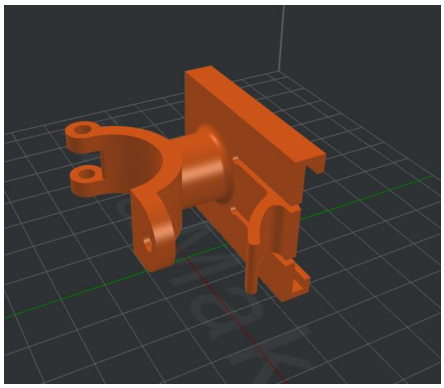
Expertenkarte FDM – Verfahren

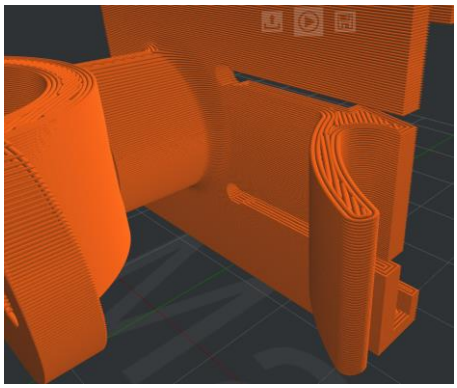
Das FDM-Verfahren (Fused Deposition Modeling *{deutsch: Schmelzschichtung}*) ist ein sehr verbreitetes Verfahren, besonders im Hobbybereich. Es wurde schon in den späten 1980er Jahren entwickelt und in den 1990er Jahren kommerziell angewendet. Die Gründe für die starke Verbreitung liegen vor allem in der einfachen Technik und dem sehr günstigen Material. Das Material wird bei diesem Verfahren als Filament bezeichnet und ist im Grunde ein dünner Kunststoffdraht, der auf eine Rolle aufgewickelt ist. Da es sich hierbei um einen Kunststoff handelt, muss bedacht werden wo das spätere Bauteil verwendet wird. Der Schmelzpunkt ist relativ niedrig. Bei etwa 200°C schmilzt das Material, so dass es mit dem 3D- Drucker verarbeitet werden kann. Weich wird es allerdings schon viel früher. Für heiße Umgebungen sind die gefertigten Bauteile deshalb nicht geeignet.

Bevor mit dem Druck des Bauteils gestartet werden kann, ist etwas Vorbereitung notwendig. Am Computer wird zunächst ein 3D-Modell entwickelt. Hier siehst Du eine Halterung für ein Licht an einem Fahrradlenker.

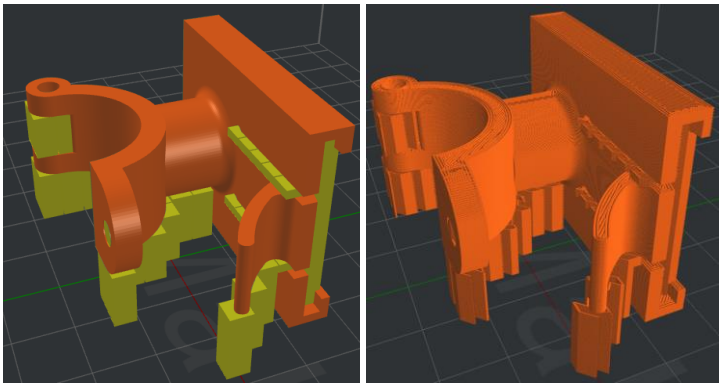


Mit dem Verfahren können Formwachse und Kunststoffe wie Polyethylen, Polypropylen, ABS, PETG und thermoplastische Elastomere verarbeitet werden (im Volksmund auch oft unter dem Begriff „Plastik“ zusammengefasst). Wie du in der Einführung schon gelernt hast wird das Modell schichtweise von unten nach oben aufgebaut. Bei diesem Verfahren hat das Modell eine Anbindung an die Grundplatte und somit spielt die Baurichtung oder Positionierung des Bauteils eine große Rolle. Damit wir das Modell drucken können benötigen wir einen sogenannten Slicer, das ist eine Software, die das Modell in Schichten zerlegt. Wenn Du genau hinsiehst kannst Du sogar die einzelnen Schichten erkennen. Dies einzelnen Schichten sieht man später auch als Rillen im Bauteil, soll es besonders schön sein muss das Bauteil deshalb nachbearbeitet werden.

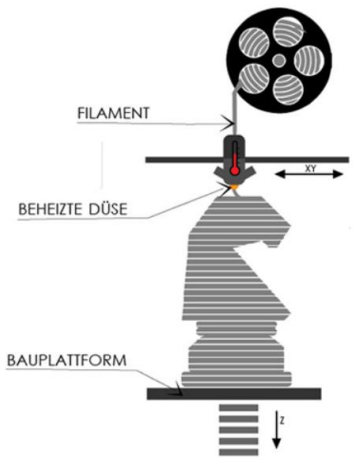


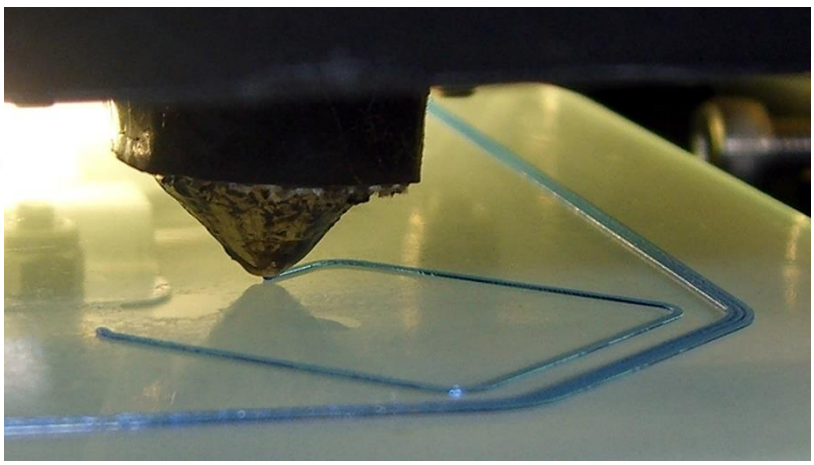


Jetzt ist es schon fast geschafft! Nur eine Kleinigkeit fehlt noch. Wie eben schon erwähnt spielt nämlich die Ausrichtung des Bauteils eine große Rolle. Da wir nicht in die Luft drucken können, sind noch Supportstrukturen notwendig. Dies sind kleine Stützen, die nach Fertigstellung des Bauteils wieder entfernt werden können.

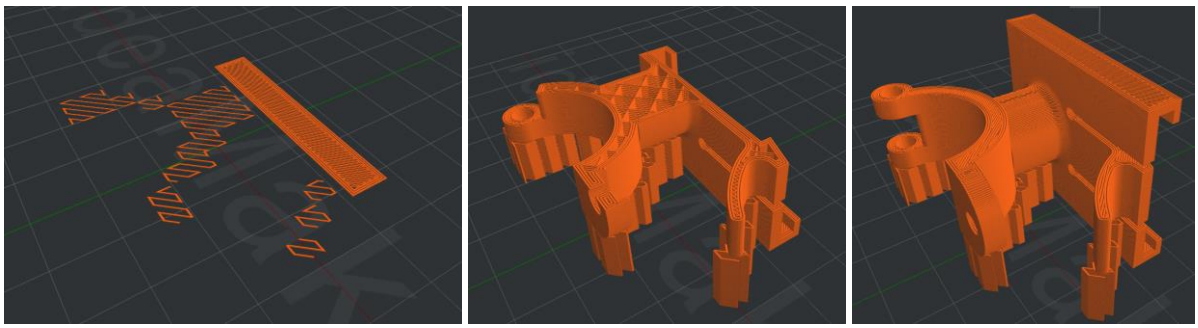


Nun kann das Teil gedruckt werden. Das Druckverfahren ist einfach zu verstehen und wird durch die Abbildungen gut erklärt. Ganz kurz gefasst wird bei diesem Verfahren ein Kunststoffdraht von einer Rolle abgewickelt und in eine beheizte Düse gedrückt. In der Düse wird das Material aufgeschmolzen. Durch das Erkalten des Kunststoffs verfestigt sich das Material wieder.





Die Konturen des Bauteils werden dann Schicht für Schicht abgefahren und es entsteht das gewünschte Bauteil

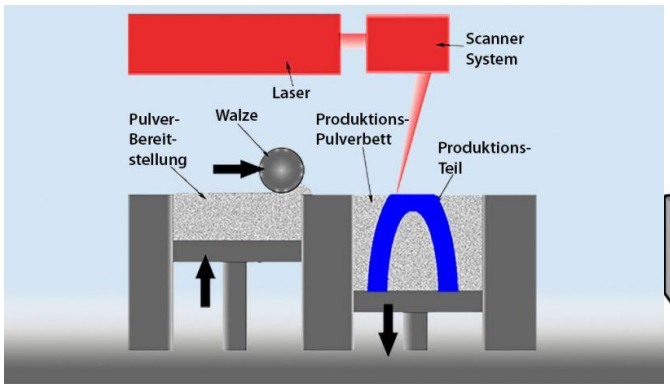


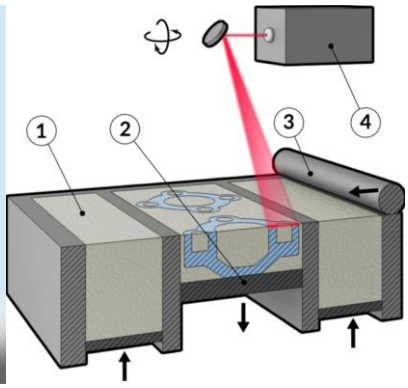
Je nach Größe und Geometrie kann ein Druck mehrere Stunden dauern. Wenn das Bauteil abgekühlt ist werden noch die Stützstrukturen entfernt. Manchmal können die Strukturen nicht restlos entfernt werden, das ist aber kein Problem. Mit einer Feile lassen sich die Bauteile gut nachbearbeiten. Fertig montiert siehst Du hier das Ergebnis.

Expertenkarte SLS Verfahren

Das SLS Verfahren (Selektives Lasersintern) ist ein additives Fertigungsverfahren. Additiv bedeutet es wird etwas hinzugefügt. Bei diesem Verfahren werden Bauteile Schicht für Schicht hergestellt. Fräsen ist im Gegensatz dazu ist ein subtraktives Verfahren, da das Material (z.B. ein Metallblock) schon vorhanden ist. Um das Teil zu fertigen muss dieser Block bearbeitet werden, wodurch er natürlich an Material verliert. Der Fachbegriff Sintern beschreibt ein Verfahren, bei dem ein Pulver erhitzt wird, so dass die einzelnen Partikel miteinander verschmelzen. Wie der Name schon vermuten lässt, wird bei diesem Verfahren ein Laser zur punktuellen Erhitzung des Materials eingesetzt. Das Selektive Lasersintern wird eher im industriellen Bereich eingesetzt, um z.B. Versuchsmodelle herzustellen. Das hier beschriebene Verfahren ist dem selektiven Laserschmelzen (SLM-Verfahren) übrigens sehr ähnlich, allerdings wird bei diesem Verfahren kein Metall- sondern ein Kunststoffpulver verwendet.

Das Verfahren siehst Du schemenhaft in der Abbildung links. Die Anlage besteht aus drei Teilen, einem Pulvervorrat (links), dem Produktionspulverbett (rechts), in dem das Bauteil hergestellt wird und einer Lasereinheit (oben), die für das schmelzen des Pulvers zuständig ist. Die Abbildung rechts zeigt eine Anlage mit zwei Pulvervorräten, ansonsten ist der Ablauf jedoch identisch.





Zuerst transportiert eine Walze eine Schicht Kunststoffpulver von der Pulverbereitstellung zum Produktionspulverbett. Es entsteht eine sehr dünne Pulverschicht, die nur etwa 1 – 200 Mikrometer dick ist. Anschließend fährt der Laser die Konturen der Bauteilschicht ab, so dass das Pulver an diesen Stellen verschmilzt. Im nächsten Schritt wird das Bauteil etwas heruntergefahren, damit eine neue Schicht Pulver aufgetragen werden kann. Anschließend wird wieder eine dünne Schicht aufgetragen, dann geschmolzen - und so weiter - bis das Bauteil Schicht für Schicht zusammengesetzt wurde.

Nachdem die letzte Schicht aufgetragen wurde kann das Bauteil einfach aus der Anlage genommen und vom Pulver befreit werden. Typisch für das Verfahren sind die leicht rauen Oberflächen. Ein großer Vorteil des Verfahrens ist, dass keine Stützstrukturen für Überhänge benötigt werden. Dadurch, dass das Bauteil Schicht für Schicht aufgebaut wird liegt ja immer eine Schicht Pulver unter der aktuellen Schicht. Die Ausrichtung des Bauteils ist dadurch ebenfalls unerheblich. Leider hat das Verfahren auch einen Nachteil. Bei Bauteilen, die innen hohl sind, muss immer eine kleine Öffnung bleiben, durch die man das überschüssige Pulver entfernen kann.

Schülerlabor coolMINT.paderborn

Leitfragen zum Rollenspiel

Du weißt noch nicht so richtig wie Du anfangen sollst? Kein Problem! Wir haben ein paar Leitfragen für Dich formuliert, an denen Du dich entlanghangeln kannst!

Zunächst solltest Du Deinen Mitstreitern einmal ganz allgemein erklären, wie das Verfahren grundsätzlich funktioniert. Am besten nimmst Du ein paar Bilder zur Hilfe, dann ist es einfacher zu verstehen.

Anschließend kannst Du dein Verfahren Frage für Frage durchgehen damit Du weißt, wie geeignet Dein Verfahren für das jeweilige Bauteil ist!

1. Welche Materialien können mit Deinem Verfahren verarbeitet werden? Sind die Materialien passend für dein Bauteil?
2. Kann die Geometrie mit Deinem Verfahren überhaupt gefertigt werden?
   a. Sind Überhänge möglich? (Wenn ja, benötigst Du dann Stützstrukturen und musst Dein Bauteil daher Nachbearbeiten?)
   b. Weist dein Bauteil Stellen auf, die nur unter großem Aufwand zu fertigen sind? (Dies können z.B. Stellen sein, die mit einem Fräser nicht erreichbar sind, oder geschlossene Bauteile, in deren inneren dann das Pulver eingeschlossen wäre (z.B. beim SLS-Verfahren)
   c. Muss Dein Bauteil in einer bestimmten Ausrichtung gefertigt werden? Oder muss es sogar umgespannt werden?
3. Wie anspruchsvoll ist dein Bauteil bezüglich der Oberfläche? Kommt es bei deinem Bauteil auf ein schönes Design mit einer glatten Oberfläche an? Oder ist es ein rein funktionales Bauteil, das sowieso niemand zu Gesicht bekommt?
4. Muss Dein Bauteil nachbearbeitet werden (zum Beispiel durch Schleifen oder Lackieren)? Ist es dann noch sinnvoll das Teil so zu fertigen oder wäre der Aufwand zu hoch?