



Whitepaper

Additive Fertigungsverfahren verändern die Industrie

3D-Druckverfahren im Vergleich

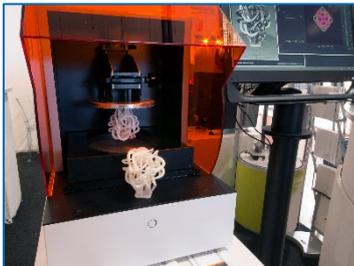
3D gedruckte bzw. additiv hergestellte Bauteile revolutionieren die industrielle Fertigung – und das nicht erst seit gestern. Verschiedene Verfahren etablieren sich am Markt und brechen die Strukturen von herkömmlichen Produktionsverfahren auf. Für die Herstellung von Objekten stehen nun zahlreiche, unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung. Die verschiedenen additiven Fertigungsverfahren unterscheiden sich – hinsichtlich des Fertigungsverfahrens – deutlich von den klassischen Arten, Objekte bzw. Produkte herzustellen. So ergeben sich einige wesentliche Vorteile im Produktionsprozess: Der erste große Nutzen gegenüber klassischen Herstellungsverfahren, wie z.B. Fräsen oder Drehen, ist der deutlich geringere Materialverbrauch, da die Objekte nicht aus einem großen Materialblock hergestellt werden müssen. Zudem können durch den generativen Aufbau Objekte mit besonderen Eigenschaften oder Funktionen, wie z.B. die Kombination aus elektrisch leitend und nichtleitend in einem 3D-gedruckten Bauteil vereint werden. Außerdem kann die Produktion für Prototypen und Kleinserien sehr viel schneller als bisher erfolgen. Dennoch, jedes additive Fertigungsverfahren bringt auch Nachteile mit sich. Welche Methode für die jeweilige Anwendung die Richtige ist, hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab und muss gut überlegt sein.

Die ersten Schritte sind bei jedem Verfahren gleich: Als vorbereitender Produktionsschritt wird das digitale 3D-Modell des Objekts mit einer geeigneten Software (Slicer) in einzelne Schichten mit definierten Schichthöhen zerlegt und in digitaler Form gespeichert. Die digitalen Daten beinhalten den genauen Bauplan für jede Schicht der Objekte. Je nach Verfahren werden die Bewegungen der Druckköpfe, die Höhe der Schichten, die Materialmengen oder auch die Belichtungszeiten vorgegeben. Entsprechend dieser Daten erfolgt bei der additiven Fertigung der schichtweise Aufbau bzw. der 3D-Druck des Objekts.

Dennoch geht es darum, herauszufiltern welches das geeignete Verfahren für den jeweiligen Anwendungsfall ist. Dabei hilft eine Gegenüberstellung der gängigen additiven Fertigungsverfahren.

Stereolithographie (STL / SLA)

Die Stereolithographie (STL / SLA) war eines der ersten Verfahren zur Herstellung von 3D-Objekten. Hierbei wird ein lichtaushärtender Kunststoff (Photopolymer) mittels einer Lichtquelle schichtweise vernetzt und ausgehärtet. Am weitesten verbreitet ist das Stereolithographie-Verfahren, bei dem eine Grundplatte in einem Photopolymer-Bad langsam abgesenkt wird. Bei jeder neuen Schicht werden durch Belichtung von oben die zu vernetzenden Bereiche verfestigt. Für die Belichtung wird in der Regel ein Laserlicht verwendet, das über einen beweglichen Spiegel abgelenkt wird. Nach der vollständigen Belichtung einer Schicht wird die Platte um die Höhe der einzelnen Schichten abgesenkt. Zum Schluss wird das Objekt aus dem Bad entnommen und vor der Verwendung von überschüssigen Photopolymer-Resten gereinigt.



Druckverfahren Stereolithographie in der Praxis.

Die zurzeit schnellsten Stereolithographie-Verfahren benutzen eine Grundplatte, die sich nach oben bewegt. Hierbei haftet das Objekt an der Unterseite des Trägers. Die Vernetzung erfolgt wiederum durch Licht, das durch den transparenten Boden des Flüssigkeitsbades auf die Schicht fokussiert wird. Die Schnelligkeit wird durch einen Projektor erreicht, der größere Flächen gleichzeitig belichten kann und so effizienter ist als ein einzelner Laserstrahl. Das Verfahren ermöglicht die Fertigung von Bauteilen mit sehr feinen Schichten und einer sehr hohen Oberflächengüte. Durch die Produktion in einem Bad ist die Kombination mehrerer Materialien nicht möglich. Überhänge können nur mit Stützstrukturen erzeugt werden, die im Nachgang weggebrochen werden müssen. Eine bereits verbreitete Anwendung der Stereolithographie sind z.B. kundenindividualisierte Gehäuse für Hörgeräte.

Selektives Lasersintern (SLS) / Selektives Laserschmelzen (SLM)

Sowohl das Lasersintern als auch das Laserschmelzen sind 3D-Druck Techniken, bei denen einzelne Schichten eines Metall- oder Kunststoffpulvers nacheinander aufgetragen und von

Hochleistungslasern miteinander verschmolzen werden. Nach jeder 3D-gedruckten Schicht wird die Bodenplatte um die Schichthöhe abgesenkt und mit einem Raket neues Pulver aufgetragen. Beim Lasersintern (SLS) werden die Partikel durch den Laser angeschmolzen, beim Laserschmelzen (SLM) hingegen erfolgt eine vollständige Verschmelzung der Materialien. Bei beiden Verfahren dient das Pulver rund um das Objekt als Stützmaterial, was sehr hohe Design-Freiheitsgrade erlaubt. So sind auch keine Stützstrukturen für Überhänge erforderlich. Als Pulver sind unterschiedliche Kunststoffe (z.B. Polyamid oder Polystyrol) und auch Metalle (z.B. Aluminium, Werkzeugstahl oder Titan) geeignet. Im Nachgang müssen die Pulverreste aus Hinterschneidungen und Löchern manuell entfernt werden. Als Anwendungsbeispiel können gesinterte Titan-Verbindungselemente im Flugzeugbau genannt werden. Hierbei wird durch bionisches Design Material und somit Gewicht gespart, aber gleichzeitig die Funktionalität gewährleistet.



Bauteil gefertigt durch selektives Lasersintern.

Fused Filament Fabrication (FFF)

Beim Fused Filament Fabrication Verfahren wird ein schmelzfähiger „Kunststoffdraht“, das sogenannte Filament, in einem Druckkopf aufgeschmolzen und durch eine Dosierdüse auf einer Grundplatte appliziert. Aus der Dosierdüse werden immer einzelne Schmelzbahnen in X- und Y-Richtung abgelegt, die unmittelbar abkühlen und erstarren. Die einzelnen Bahnen werden nebeneinandergelegt und ergeben eine Schicht des 3D-Druck Objekts. Nach jeder Schicht wird die Grundplatte um die Schichthöhe in Z-Richtung gesenkt oder bei Druckern mit einer festen Bauplattform die Dosiereinheit um die Schichthöhe angehoben. Eine Besonderheit hierbei sind sogenannte Delta-Drucker, bei denen der Druckkopf frei beweglich auf einer unbeweglichen Grundplatte nach oben aufbaut. Aufgrund eines Hypes in den vergangenen Jahren, der durch die RepRap-Bewegung – der freien Verfügbarkeit, Konstruktionsinformationen und Software für einfache 3D-Drucker und des damit einhergehenden Open Source Gedankens – entstand, ist diese Technologie die wohl Populärste. Es gibt eine hohe Verfügbarkeit von Geräten unterschiedlicher Preisklassen,

welche vom Do-it-yourself Hausgerät bis hin zu hochprofessionellen Industriegeräten gehen. Typische Materialien für das FFF-Verfahren sind z.B. Polyamid (PA), Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) oder Polylactid (PLA). Durch die Integration von mehreren Druckköpfen lassen sich auch mehrere Materialien bzw. Farben in einem Druckauftrag kombinieren. Die Nachteile des FFF-Verfahrens sind die teils geringen physikalischen Festigkeiten der Materialien, als auch die Oberflächengüte durch die erkennbaren, einzelnen Schichten.



Fused Filament Fabrication bei der Produktion.

Material Jetting (MJ)

Beim Material Jetting (MJ) handelt es sich um ein additives Fertigungsverfahren, bei dem flüssiges Material durch eine in X- und Y-Richtung bewegliche Jet-Düse berührungslos auf die Trägerplatte appliziert wird. Hierbei werden einzelne Material-Tröpfchen zügig auf dem Träger abgelegt und verbinden sich zu einer Schicht. Der Auftrag erinnert an herkömmliche Tintenstrahldrucker, wobei die Flüssigkeiten eine höhere Viskosität aufweisen. Die Vernetzung erfolgt meist nach jeder gejetteten Schicht mittels UV-Licht. Durch den Einsatz mehrerer Druckköpfe können z.B. auch verschiedene Farben oder unterschiedliche Festigkeiten (weiche und harte Bereiche) umgesetzt werden. Um Überhänge zu realisieren braucht man ein Stützmaterial, welches im Nachgang entfernt wird. Zum Einsatz kommen MJ-Teile z.B. im medizinischen Bereich als chirurgische OP-Schablonen oder Bohrschablonen für den Dentalbereich.



3D Drucker mit Material Jetting Verfahren.



Fluid Dosing & Deposition (FDD)

Fluid Dosing & Deposition (FDD) ist ebenfalls ein additives Fertigungsverfahren, bei dem die Objekte jedoch direkt mit einem Druckkopf auf einer Grundplatte aufgebaut werden. Das Besondere bei diesem Verfahren sind die Druckmaterialien: Die einzelnen Bahnen bestehen aus (hoch-) viskosen Flüssigkeiten oder Pasten, die mit einem präzisen Druckkopf auf einer Grundplatte abgelegt und schichtweise aufgebaut werden. Somit lässt sich eine Vielzahl von Druckmaterialien verwenden: Von Silikon und Polyurethan über Industriefette und Keramikpasten bis hin zu Knochenmark und Zuckermasse.

Die Materialien können sowohl 1- als auch 2-komponentig sein. Die Verfestigung des Materials erfolgt im Anschluss auf unterschiedliche Arten, wie z.B. durch Luftfeuchtigkeit, UV-Licht, Wärme oder bei 2K-Materialien entsprechend einer materialabhängigen Vernetzungszeit (auch Topfzeit genannt). Aufgrund der volumetrischen Dosiertechnologie im Druckkopf – dem Endloskolben-Prinzip – ergibt sich eine direkte Proportionalität der Motordrehzahl zur Materialmenge. Die Dosierung kann somit entsprechend der Software-Vorgaben exakt erfolgen. Dadurch lassen sich z.B. auch die Verfahrensgeschwindigkeiten während des 3D-Drucks variieren, ohne dass sich die Materialbahnen verändern. Ein großer Vorteil des FDD-Verfahrens ist die Materialvernetzung auf molekularer Ebene, bei der die einzelnen Materialbahnen durchgehend vernetzen und nicht nur im Randbereich miteinander verbunden sind. Daher lassen sich Objekte mit sehr guten mechanischen Festigkeiten sowohl in X- und Y-Richtung als auch in Z-Richtung fertigen. Für das FDD-Verfahren können die gleichen Hard- und Softwarekomponenten verwendet werden wie für das FFF-Verfahren, wodurch Entwicklungsressourcen gespart werden können. Da die Materialien pastös sind, sind Überhänge nur mit Stützstrukturen oder einem zweiten Stützmaterial möglich. Die Oberflächengüte ist ähnlich wie beim FFF-Verfahren.

Insgesamt zeigt sich, dass alle additiven Fertigungsverfahren ihre spezifischen Vor- und Nachteile haben. Nach der Definition der notwendigen Anforderungen von Bauteilen und Materialien kann das geeignete 3D-Druck-Verfahren ausgewählt werden. Sind z.B. beim lasergesinterten Teilen die Festigkeiten wichtig, können bei Bauteilen aus einem Stereolithographie-Drucker die Oberflächen besonders im Vordergrund stehen. Die Vielzahl an möglichen Materialien, Geschwindigkeiten und Genauigkeiten ermöglicht der Industrie eine gute Auswahlmöglichkeit zur Lösung von individuellen Aufgabenstellungen. Die Anwendungen in der Industrie und die Marktzahlen über verkaufte Anlagen belegen, dass aus dem anfänglichen reinen Herstellen von Prototypen mehr und mehr industrielle, additive

Fertigung wurde. Der Markt für den industriellen 3D-Druck, sei es in der Automobilbranche, in der Luft- und Raumfahrt oder auch in der Elektroindustrie, hat großes Potential und jedes Verfahren wird mit seinen individuellen Einsatzgebieten Anwendung finden.

Wir sehen in der FDD-Technologie eine sinnvolle Ergänzung der gängigen additiven Fertigungsverfahren. Durch die Vielzahl an verschiedenen flüssigen Materialien und der hieraus resultierenden vielfältigen Eigenschaften hat der 3D-Druck-Markt eine weitere Möglichkeit, individuelle Objekte mit kundenspezifischen Anforderungen herzustellen.



Fluid Dosing & Deposition im 3D-Druckprozess.

11.296 Zeichen inkl. Leerzeichen. Abdruck honorarfrei. Beleg erbeten.

ViscoTec – Perfekt dosiert!

ViscoTec Pumpen- u. Dosiertechnik GmbH ist Hersteller von Systemen, die zur Förderung, Dosierung, Auftragung, Abfüllung und der Entnahme von mittelviskosen bis hochviskosen Medien benötigt werden. Der Hauptsitz des technologischen Marktführers ist in Töging a. Inn (Bayern, Nahe München). Darüber hinaus verfügt ViscoTec über Niederlassungen in den USA, in China, Singapur und Indien und beschäftigt weltweit rund 165 Mitarbeiter. Zahlreiche Händler weltweit erweitern das internationale Vertriebsnetzwerk. Neben technisch ausgereiften Lösungen auch bei kompliziertesten Aufgaben, bietet ViscoTec alle Komponenten für die komplette Anwendung aus einer Hand: Von der Entnahme über die Produktaufbereitung bis hin zur Dosierung. Damit ist ein erfolgreiches Zusammenwirken aller Komponenten garantiert. Alle Medien, die im Einzelfall eine Viskosität von bis zu 7.000.000 mPas aufweisen, werden praktisch pulsationsfrei und extrem scherkraftarm gefördert und dosiert. Für jede Anwendung gibt es eine umfassende Beratung und



bei Bedarf werden – in enger Zusammenarbeit mit den Kunden – umfangreiche Versuche & Tests durchgeführt. ViscoTec Dosierpumpen und Dosieranlagen sind auf den jeweiligen Anwendungsfall optimal abgestimmt: bei Lebensmittelanwendungen, im Bereich E-Mobility, in der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik, in der Pharmazie und vielen weiteren Branchen.

Pressekontakt:

Elisabeth Naderer, Leitung Marketing

ViscoTec Pumpen- u. Dosiertechnik GmbH

Amperstraße 13 | 84513 Töging a. Inn | Germany

Tel.: +49 8631 9274-447

elisabeth.naderer@viscotec.de | www.viscotec.de