

# Selective Laser Melting im Fokus

Mit additiver Fertigung ist es möglich, geometrisch komplexe Bauteile schichtweise herzustellen, die hohen industriellen Anforderungen genügen. Mit Selective Laser Melting können sogar Teile aus Metallen fabriziert werden – die hohe Schmelztemperatur der verwendeten Materialien stellen aber besondere Anforderungen an den Prozess.



Mit dem SLM-Verfahren können komplexe Bauteile hergestellt werden: hier eine Leichtbaustruktur mit Gitterelementen.

Unter dem Begriff «Additive Fertigungsverfahren» oder englisch «additive manufacturing» werden eine Reihe von Produktionsverfahren zusammengefasst, deren Gemeinsamkeit die schichtweise Herstellung eines Bauteils ist. Landläufig besser bekannt sind solche Verfahren auch unter dem Begriff «3D-Printing», wobei dieser Begriff vor allem auf Verfahren für Kunststoffteile abzielt, welche weniger hohen industriellen Anforderungen genügen müssen. Demgegenüber ist der Begriff «additive manufacturing» auf Fertigungsverfahren fokussiert, die sich aufgrund der erreichbaren Material- und Bauteilqualitäten in vielen Fällen industriellen Anforderungen stellen können. In diesen Teilbereich der schichtweise arbeitenden Verfahren gehören u.a. Prozesse wie das Selective Laser Sintering (SLS) für Kunststoffteile wie auch das Selective Laser Melting (SLM), mit welchem sich Bauteile in verschiedenen metallischen Materialien herstellen lassen.

## Laser härten Pulver

Beide genannten Verfahren (SLS, SLM) arbeiten nach dem gleichen Verfahrensprin-

zip: Nach der Generierung einer dünnen Schicht aus pulverförmigem Kunststoff- oder Metallpulver wird die Querschnittsinformation des herzustellenden Bauteils auf einer bestimmten Bauteilhöhe mittels einem Laserstrahl abgescannt. Dies führt lokal im Laserspot zu einer Konsolidierung des Pulvermaterials. Werden nun sukzessive weitere Schichten erzeugt und die entsprechenden Bauteil-Querschnittsflächen abgescannt, entstehen schichtweise die gewünschten Bauteile. Beim Selective Laser Melting erfolgt der Energieeintrag durch einen Hochleistungs-Nd-YAG Laser – heute typischerweise in einem Leistungsspektrum von 100 W bis zu 1 kW – während im SLS-Prozess ein CO<sub>2</sub>-Laser verwendet wird. Das Verfahrensprinzip erlaubt die gleichzeitige Fertigung mehrerer, auch geometrisch unterschiedlicher Teile im selben Bauprozess. Diese sind nach Prozessende vollständig in das Pulver eingebettet.

## Supportstrukturen für Metall

An dieser Stelle treten zwei wesentliche Unterschiede zwischen SLS- und SLM-Prozess zu Tage. Aufgrund des hohen

Energieeintrags, welcher zum Aufschmelzen eines Metallpulvers im SLM-Prozess notwendig ist, müssen zur Ableitung der Wärmeenergie überhängende Bauteilstrukturen mittels Supportstrukturen abgestützt werden. Dieser Umstand ist beim SLS-Prozess aufgrund der anderen Prozessführung in Verbindung mit den anderen physikalischen Eigenschaften von Kunststoffen gegenüber Metallen nicht notwendig. Aus diesem Grund müssen SLM-Bauteile auf eine metallische Trägerplatte aufgebaut und nach Prozessende davon wieder abgetrennt werden. Auch allfällige Support-Strukturen müssen oftmals manuell entfernt werden, um das eigentliche Bauteil zu erhalten.

## Auftragen statt entfernen

Die Vorteile dieses Verfahrensprinzips liegen auf der Hand. Während bei konventionellen, abtragenden Fertigungsverfahren ein Werkzeug benötigt wird, um Material von einem Rohling zu entfernen, erfolgt die additive Herstellung berührungslos in einzelnen Schichten. Die abzuscannenden Querschnittsflächen der Bauteile können deshalb äusserst komplex sein – im Gegensatz zu den konventionellen Verfahren, bei welchen die Werkzeuge eine entsprechende Zugänglichkeit zu den zu bearbeitenden Stellen benötigen. Hinterschnitte, Hohlräume etc. sind so entweder sehr erschwert mit mehrfachen Aufspannungen, oder aber gar nicht herstellbar. Geometrien wie beispielsweise diejenigen komplexer Leichtbauteile mit Gitterelementen könnten auf konventionellem Wege kaum direkt hergestellt werden.

Die hohe Geometriefreiheit für die herzustellenden Bauteile ist ein Hauptmerkmal aller additiven Prozesse, weshalb sich diese Fertigungsverfahren vor allem zur direkten Herstellung von Bauteilen mit einer hohen Komplexität eignen. Nur so lässt sich die nach wie vor geringere Fertigungs-Produktivität durch einen Mehrwert in den Bauteilen kompensieren.

Weitere Vorteile liegen im Aspekt der werkzeuglosen Produktion: Es fallen nicht nur sämtliche Werkzeugkosten weg, sondern auch allfällige Programmierungs- und Vorbereitungs-Aufwände, was sowohl kostenmässige als auch zeitliche Vorteile mit sich bringt.

## Materialien und Eigenschaften beim SLM-Prozess

Ein Fertigungsverfahren kann in der Industrie nur dann eine massgebende Bedeutung erlangen, wenn die Zielmaterialien einer Branche zuverlässig und reproduzierbar verarbeitet werden können. Hinsichtlich dieser Aspekte laufen national und international viele Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Das Institute for Rapid Product Development IRPD der Inspire AG – strategischer Partner der ETH für Produktionstechnologie – beteiligt sich massgeblich an solchen Projekten.

Heute sind aus praktisch allen industriell relevanten Materialklassen etliche Legierungen untersucht und prozesssicher verarbeitbar. Dies umfasst unter anderem diverse Edelmetalle, Arbeitsstähle für die Herstellung von Werkzeugen (zum Beispiel für die kunststoffverarbeitende Industrie), Nickel-Basis-Legierungen für Hochtemperatur-Anwendungen in der Turbinenindustrie und Aluminium insbesondere für Leichtbau. Typischerweise ist eine Materialdichte von knapp 100 % erreichbar. Allerdings sind einzelne Poren nicht ganz zu vermeiden, was bei einem Pulverbett-basierten Prozess nicht verwunderlich ist. Die mechanischen Eigenschaften sind jedoch in aller Regel sehr gut. Insbesondere die statisch mechanischen Eigenschaften



Additiv gefertigte Metallteile sind nach Prozessende vollständig in Pulver eingebettet.

Inspire-IRPD

können mit denen aus konventioneller Verarbeitung durchaus verglichen und teilweise auch übertroffen werden.

Inspire-IRPD engagiert sich stark für die Weiterentwicklung dieser Verfahren. Dies umfasst unter anderem auch die Untersuchung der grundsätzlichen Prozessierbarkeit verschiedener Legierungen, die Entwicklung weiterer industrie- und anwendungsspezifischer Materialien sowie die Charakterisierung der verarbeiteten Materialien. Darüber hinaus werden zukünftig branchenspezifische Anlagenkonzepte notwendig sein, um die speziellen Bedürfnisse verschiedener Industrien erfüllen zu können.

#### Grosses Wachstumspotenzial

Was wird die zukünftige Bedeutung der additiven Fertigungsverfahren sein? Die Experten vom Inspire-IRPD sind der Überzeugung, dass diese Verfahrenskategorie ein sehr grosses Potenzial mit sich bringt und zu ganz neuen Businessprozessen führen wird. Ein erster Vorgeschmack der neuen Möglichkeiten zeigen die ersten Print-Shops, die kundenspezifische physische Teile herstellen. Erste Homeprinter sind für wenige tausend Franken zu haben und werden mittelfristig eine Art «Revolution» im Printgeschäft mit sich bringen. Dies dürfte jedoch erst der Anfang sein und seine Auswirkungen auch auf die industrielle Fertigungsindustrie ausüben. Nicht nur die USA, auch die EU haben diese Trends erkannt und

fördern solche Verfahren und die damit verbundenen Business Modelle. Dies wird zukünftig wohl auch dazu führen, dass zum Beispiel für die Ersatzteil-Produktion nicht mehr Bauteile, sondern 3D-CAD Daten an ein lokal ansässiges Dienstleistungs-Unternehmen versandt werden, welches dann vor Ort die benötigten Bauteile herstellt. Damit dieses Szenario Realität werden kann, sind jedoch noch einige Hürden zu nehmen. So sind zum Beispiel weltweit akzeptierte Normen notwendig, welche die Fertigungsprozesse und Materialien charakterisieren. Ebenso sind neue Designprozesse notwendig, damit die Vorteile der additiven Fertigungsverfahren – unter Rücksichtnahme auf die vorhandenen Restriktionen – voll ausgenutzt werden können. Inspire-IRPD arbeitet deshalb im Rahmen verschiedener Standardisierungsvorhaben (ASTM, VDI) an vorderster Front mit. Zudem ist Inspire-IRPD Partner im EU-Projekt SASAM – «Support Action for Standardisation in Additive Manufacturing». Damit wird die Basis gelegt, damit die additive Fertigung zu einer industriell breit abgestützten und anerkannten Alternative zur konventionellen Fertigung werden kann. Auf dieser Basis kann auch die Schweiz und Europa die Fertigungslandschaft neu definieren und mithelfen, Arbeitsplätze zu sichern. ☺

Adriaan Spierings,  
Manager R&D SLM  
Inspire AG – Institute for Rapid  
Product Development



## Behalten Sie bei Sicherheit den Durchblick

**pilz**  
the spirit of safety

Neben optoelektronischen Schutzeinrichtungen PSENOpt profitieren Sie von der effizienten Lösung mit sicherer Steuerungstechnik und dem Expertenwissen rund um Dienstleistungen, von der Sicherheitsbeurteilung bis zur Inspektion (DAkkS-akkreditiert). Pilz bietet alles aus einer Hand!



Weitere Informationen über PSENOpt:  
[www.pilz.ch](http://www.pilz.ch)+Webcode 5196.