



High Speed Sintern als 3D-Druckprozess

Whitepaper

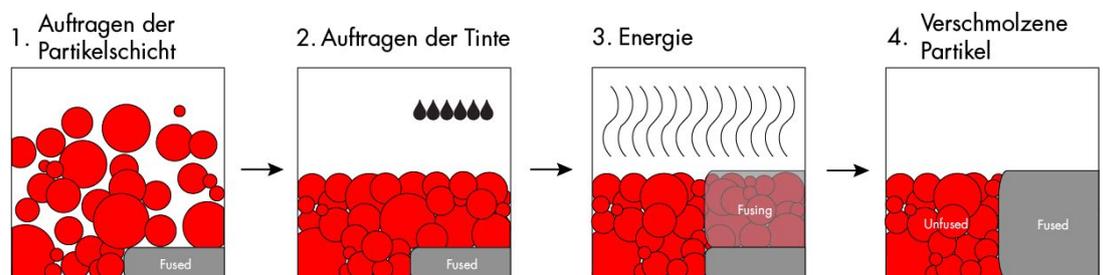
Inhalt

Neuer, besonders flexibler und wirtschaftlicher Prozess zum Kunststoffsintern	03
Open Source-Software für maximale Flexibilität beim Sinterprozess	03
Große Materialfreiheit: Granulate von über 20 Kunststoffherstellern Sinterfähig	04
Materialvalidierung in kurzer Zeit: Material-Testing Offer macht's möglich	04
HSS versus klassischer Spritzguss	05
HSS versus Laser Sintering	05
Key Features des HSS Prozesses	05
Fazit	07

Neuer, besonders flexibler und wirtschaftlicher Prozess zum Kunststoffintern

Sintern hat als industrielles Verfahren in den letzten Jahrzehnten immer mehr Marktanteile gewonnen. Relativ neu hingegen ist das Kunststoffintern mit additiven Technologien. Der Hintergrund: Immer mehr Bauteile, die früher typischerweise aus Metall gefertigt waren, werden mittlerweile aus Kunststoffpulver gesintert. Denn insbesondere in der Automobil- sowie Luft- und Raumfahrtindustrie zählt jedes Gramm Gewichtersparnis. Verschiedenste Technologien stehen heute als Spritzgussalternativen zur Verfügung. Eine der bekanntesten ist das Selektive Lasersintern (SLS). Doch auch 3D-Druckexperte voxeljet hat erfolgreich in der Thematik geforscht und bietet heute den High Speed Sintering (HSS) Prozess an. Als technisches Highlight gilt die HSS-Steuerungssoftware von voxeljet, mit der der Anwender sämtliche Parameter individuell feinjustieren kann, etwa für feste oder weichere Bauteileigenschaften. Das gilt für verschiedene Kunststoffe, etwa PA12, PP, TPU, PEBA und EVA.

Die Prozessbeschreibung: Beim High Speed Sintering von voxeljet wird eine dünne Schicht aus Kunststoffgranulat auf eine beheizte Bauplattform aufgetragen. Anschließend fährt ein Tintenstrahldruckkopf großflächig über die Plattform und benetzt die Bereiche des Baufeldes mit einer Wärme absorbierenden Tinte, an denen das Bauteil entstehen soll. Anschließend wird das Baufeld mit einer Infrarotlichtquelle überfahren. Die dunklen, mit der Tinte bedruckten Bereiche des Kunststoffgranulats absorbieren die Energie, wodurch diese verschmelzen. Die unbedruckten Pulverbereiche nehmen hingegen kaum Energie auf und bleiben ungebunden. Nach dem Sintervorgang senkt sich die Bauplattform um eine Schichtstärke ab und die nächste Schicht Kunststoffpulver kann aufgetragen, bedruckt und belichtet werden. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis der Aufbau des Bauteiles abgeschlossen ist. Zum Schluss kühlen die gesinterten Teile bis zu einer bestimmten Temperatur im Bauraum kontrolliert ab. Anschließend kann der gesamte Job außerhalb des Drucksystems auskühlen und der nächste Job gestartet werden. Nach dem Abkühlen wird das gewünschte Bauteil aus dem Pulver entnommen und einer möglichen Nachbehandlung - wie z.B. einem Oberflächenglätten - unterzogen, bevor es einsatzbereit ist. Das restliche Pulver wird aufbereitet und einer Wiederverwendung zugeführt.



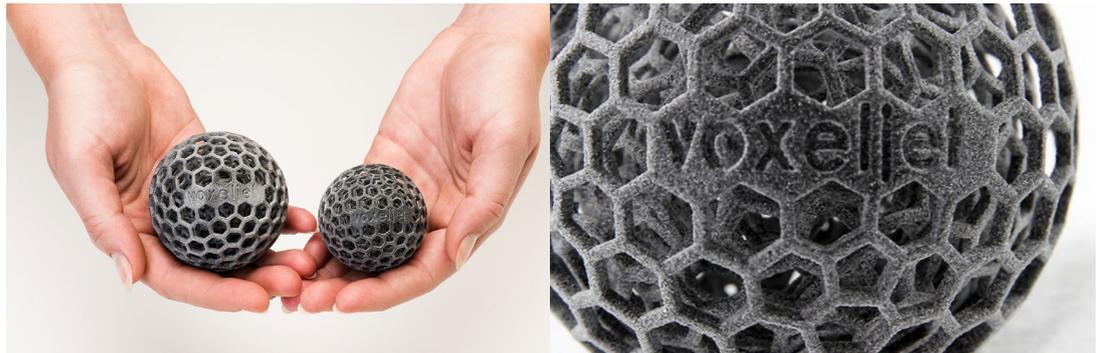
Open Source-Software für maximale Flexibilität beim Sinterprozess

Gesteuert wird der 3D-Druck durch die von voxeljet neu entwickelte Software Pro-Print. Das Besondere an dieser Open Source-Lösung: Der Kunde kann sämtliche wichtigen Parameter für die eigenen Materialanforderungen frei programmieren und so optimal anpassen. ProPrint erlaubt beispielsweise sowohl die freie Steuerung des Temperatureintrages mit dem das bedruckte Granulat verschmelzen soll, als auch eine Anpassung von Schichtstärke und Tinteneintrag.

Die Vorteile im Überblick

- › Individuelle Konfiguration der Temperaturquellen.
- › Frei anpassbare Recoating-Geschwindigkeit, Schichtstärke etc. für das Feintuning des Druckprozesses.

- › Variable Pulver mit einer Korngröße von 30 Mikrometer bis 1,3 Millimeter verarbeitbar.
- › Überfahrten der IR-Lampe für festere oder weichere Bauteileigenschaften definierbar.
- › Tinteneintrag variabel.
- › Unabhängig von der Ausrichtung im Bauraum, weisen HSS Bauteile isotrope Oberflächen in Richtung der X, Y und Z-Achse auf.
- › Prozessdaten sind individuell analysier-, evaluier-, programmierbar.
- › Vollzugriff auf die Telemetriedaten des Drucksystems.
- › Durch bitmap-basierten 3D-Druck hat der Anwender Zugriff auf die einzelnen Druckschichten (Streamlining).



Große Materialfreiheit: Granulate von über 20 Kunststoffherstellern sinterfähig

Die Kunststoffe, mit denen voxeljet in dem Verfahren bereits arbeitet, gehen von Polyamid 12 (PA12) über Polypropylen (PP) und Thermoplastisches Polyurethan (TPU) bis hin zu dem lebensmittelechten Ethylen-Vinylacetat-Copolymer (EVA). Durch die Materialvielfalt lassen sich beinahe alle denkbaren Eigenschaften von Kunststoffen für Prototypen und funktionelle Bauteile realisieren. Eines der ersten Unternehmen, das die HSS Technologie adaptierte, war der Chemieexperte Evonik.

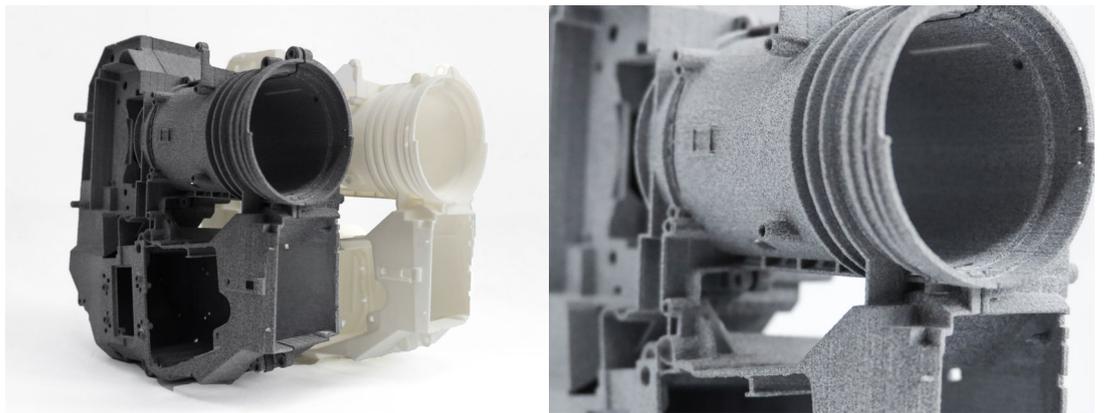
„Die HSS Technologie von voxeljet lässt es zu, das Zusammenspiel zwischen Material und Maschine zu optimieren und somit das bestmögliche Produkt anbieten zu können“, sagt Frau Dr. Silvia Monsheimer, Head of Market Segment New 3D Printing Technologies, bei Evonik. Durch die Vielzahl der verarbeitbaren Materialien sind die Anwendungsmöglichkeiten enorm. Der Kunststoff PA12 eignet sich beispielsweise für funktionale Prototypen, Mini-Computergehäuse, oder Innenausstattungen. PP ist einer der am meisten verarbeiteten Kunststoffe der Welt. Durch Eigenschaften wie chemische Beständigkeit und Hydrophobie eignet er sich für Teile der Innenausstattung von PKW sowie Draht- und Kabelummantelungen und vielem mehr. Das elastische TPU wird für Einlagen und Schuhsohlen, präzise Dichtungen, Rollen oder auch Buchsen eingesetzt. In der Schuhindustrie ebenfalls weit verbreitet ist EVA. Zusätzlich eignet sich das Material für Verpackungen in Haushalt und Garten oder flexible Rohre.

Materialvalidierung in kurzer Zeit: Material-Testing Offer macht's möglich

Werkstoffanfragen können problemlos auch direkt an voxeljet gesendet werden. Im Rahmen ihres Material-Testing Angebotes erstellt voxeljet in seinem Material Certification Lab ein Proof of Concept und testet, ob das gewünschte Pulver für den HSS-Prozess geeignet ist. In nur 40 Arbeitstagen qualifiziert voxeljet nicht nur das Material sondern auch die Prozess-Parameter. Erweist sich der 3D-Druck als erfolgreich, bekommen Kunden auch direkt gesinterte Demonstrationsobjekte zugesandt. Die qualifizierten Prozessparameter, können auf allen HSS-Systemen frei verwendet werden.

HSS versus klassischer Spritzguss

Beim Spritzguss und High Speed Sintering treffen zwei unterschiedliche Produktionskonzepte aufeinander: nämlich „Design for Manufacturing“ beim Spritzguss und „Design for Functionality“ beim Sintern. Denn die Bauteile können beim HSS hinsichtlich Funktionalität und Lebensdauer optimiert werden. Spritzgussteile hingegen müssen für die Massen-Produktion optimiert, also geometrisch um ein Vielfaches weniger komplex sein, weshalb Hinterschnitte beispielsweise beim Spritzguss nicht möglich sind. Das High Speed Sintern hingegen ermöglicht auch hochkomplexe Geometrien und bietet zudem eine deutlich bessere Auflösung. Dies hat bei der Produktion von Lamellen oder Texturen eine hohe Relevanz. Feine Zwischenräume sind über das Spritzgussverfahren nicht abbildbar. Bei wachsender Losgröße ist HSS jedoch noch nicht so wirtschaftlich wie der Spritzguss. Sollen Bauteile in hohen Auflagen für die Masse produziert werden, lohnt sich die Herstellung eines Spritzgusswerkzeuges. Allerdings arbeitet die Forschungs- und Entwicklungsabteilung bei voxeljet bereits an einer wirtschaftlicheren Technologie mit größeren Bauräumen und verhältnismäßig schnelleren Schichtzeiten.



HSS versus Laser Sintering

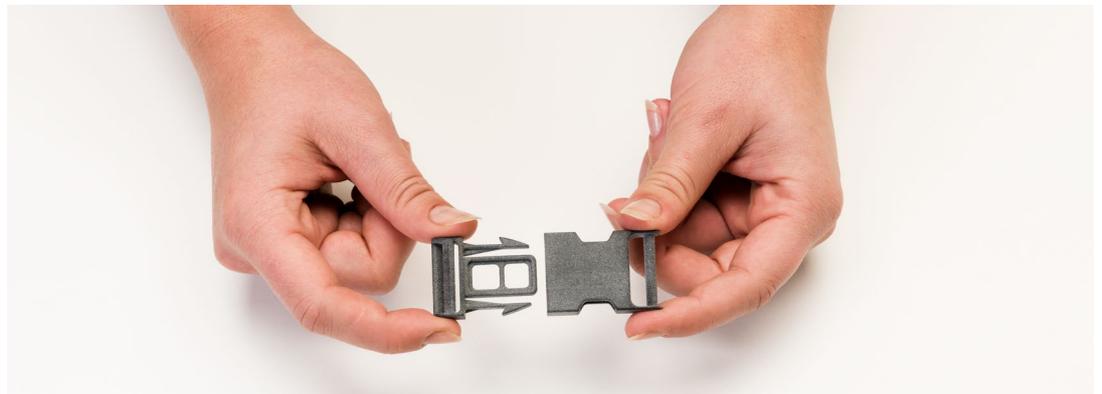
Die Vorteile von HSS gegenüber dem Laser Sintering (LS) bestehen unter anderem aus konstanten Schichtzeiten, dem damit einhergehenden, einfacheren Thermomanagement und der Freiheit, unterschiedlichste Geometrien neben- und übereinander in einem Druckvorgang herzustellen. So können große Bauteile direkt neben filigranen Bauteilen mit einer hohen Komplexität gedruckt werden. Der Laser beim LS-Verfahren muss hingegen die gesamte Schichtfläche punktuell auszeichnen. Beim LS ist es demnach nur bedingt möglich, ein vektorbasiertes Kettenhemd und daneben einen vollflächigen Würfel herzustellen. HSS erlaubt dem Anwender beim Nesting, also dem digitalen Vorbereiten der Jobbox, den maximalen Bauraum und Füllgrad auszunutzen (bis zu 15 %) und die Wirtschaftlichkeit zu steigern. Des Weiteren ist die Druckgeschwindigkeit des HSS deutlich überlegen: 54.600 verdruckte Quadratmillimeter pro Sekunde beim High Speed Sintern stehen lediglich 1.750 Quadratmillimetern in der Sekunde beim Lasersintern gegenüber. Im Gegensatz zu HSS können laserbasierte Systeme jedoch deutlich höhere Temperaturen erreichen. Dadurch ergibt sich eine noch größere Materialvielfalt, da auch hochtemperaturfeste Kunststoffe wie Polyetheretherketon (PEEK) und andere Polyaryletherketone (PAEK) versintert werden können.

Key Features des HSS Prozesses

voxeljet setzt bei seinem HSS Prozess auf den Einsatz eines industriellen, piezoelektrischen Inkjet Druckkopfes. Dieser verdruckt eine ölbasierte Tinte in das Pulverbett. Gepaart mit dem Einsatz einer fortgeschrittenen IR-Lampen-Technologie, wird eine präzise Kantenschärfe erreicht. Diese technische Kombination erleichtert das Temperaturmanagement des Bauprozesses. Die präzise Filtration der Wellenlängen verhindert ein Durchbrennen des Glühfadens und erhöht die Lebensdauer der IR-Lampe um

ein Vielfaches. Ein deutlich vereinfachtes Entpacken der Bauteile ist ein weiterer positiver Effekt. Es kommt zu deutlich weniger Anhaftungen von unverdrucktem Pulver, wodurch die Bauteile leicht mit Druckluft von losem Pulvermaterial gereinigt werden können.

Andere Druckkopftechnologien erlauben zwar Auflösungen von bis zu 1.200 dpi, jedoch ist die mittlere Korngröße des Pulvermaterials der limitierende Faktor der tatsächlichen Auflösung (bei PA12 üblicherweise 55 Mikrometer). Im Druckprozess gilt es, die Zwischenräume der einzelnen Körner einzufärben, um ein Versintern des Materials beim Energieeintrag zu ermöglichen. Der Inkjet-Druckkopf beim HSS ermöglicht eine Auflösung von 360 dpi. So ist ein Tropfen nur marginal größer als ein 55 Mikrometer großes PA12-Korn und kann dieses vollständig benetzen. Inkjet-Druckköpfe existieren bereits seit über 30 Jahren. In Kombination mit ölbasierten Tinten zeichnen sich diese Druckköpfe durch eine besonders hohe Lebensdauer und geringen Verschleiß aus. Der älteste Druckkopf ist bei voxeljet schon seit über vier Jahren im Dauereinsatz. Nichtsdestotrotz können mit der Inkjet-Druckkopftechnologie auch wasser- und lösungsmittelbasierten Tinten verdruckt werden. Ölbasierten Tinten bergen jedoch neben dem geringen Verschleiß noch weitere Vorteile: Sie ermöglichen eine deutlich größere Materialvielfalt. Im Gegensatz zu wasserbasierten Tinten kann hydrophobes Polypropylen (PP) deutlich leichter mit ölbasierten Tinten, wie im HSS Prozess verwendet, verarbeitet werden.



Fazit

Die additive Fertigung von Polymeren wird in Zukunft immer weiter an Bedeutung gewinnen. Doch auch wenn Bauräume größer, die Workflows weiter abgestimmt werden und die Materialvielfalt zunimmt, wird sie den konventionellen Spritzguss nie ganz ablösen. Je nach Bauteilgeometrie und Produktionsvolumen stellt der 3D-Druck eine sinnvolle Erweiterung dar. Insbesondere hinsichtlich der Individualisierung und Optimierung von Bauteilen und Materialien wird sich der HSS Prozess durchsetzen. Die Kombination von geometrischer Freiheit und Materialvielfalt wird die Welt der Polymere wie wir sie heute kennen, nachhaltig verändern und helfen, Produkte hinsichtlich der benötigten Ressourcen zu optimieren.

voxeljet AG

Paul-Lenz-Straße 1a
86316 Friedberg
Germany
Tel +49 821 74 83-100
Fax +49 821 74 83-111
info@voxeljet.com
www.voxeljet.com



Garantie/Haftungsausschluss: Die Leistungsmerkmale dieser Produkte können je Einzelfall variieren. voxeljet übernimmt keine Haftung für die tatsächliche Verkehrsfähigkeit der Produkte, sowie für die Anwendbarkeit der Produkte im Einzelfall. ©voxeljet. Alle Rechte vorbehalten. Die Bezeichnungen voxeljet, VX200, VX500, VX1000, VX2000 und VX4000 sind eingetragene Marken der voxeljet AG. Änderungen vorbehalten. Stand: 02/2021. voxeljet ist ISO 9001 - zertifiziert.