



Additive Schuhfertigung

4.0

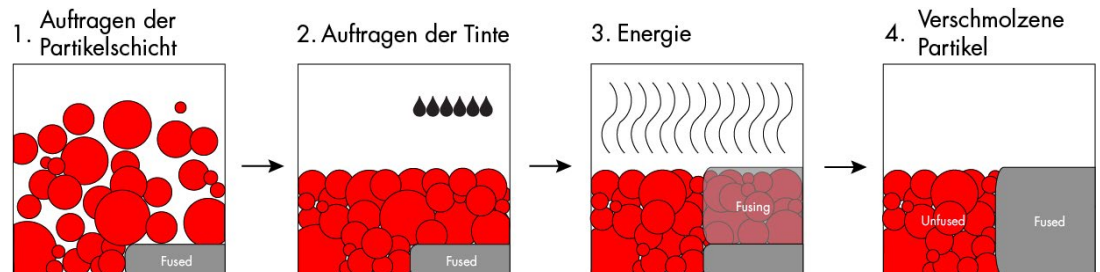
Whitepaper

Inhalt

voxeljet High Speed Sintering: Polymer 3D-Druck für individualisierte Schuhkomponenten	03
Der Vormarsch der 3D-Drucktechnologie in der Schuhindustrie	03
HSS-Prozess und Graustufendruck: So geht es!	04
Technische Spezifikationen der Graustufen	05
Open Source macht freie Anpassung an die Materialanforderungen möglich	06

voxeljet High Speed Sintering: Polymer 3D-Druck für individualisierte Schuhkomponenten

Lange Zeit waren alle Schuhe einer Modellreihe gleich. Ausnahmen bildeten lediglich extrem hochpreisige maßgeschneiderte Sondermodelle für Spitzensportler. Jetzt gibt es neues Innovationspotenzial für die Schuhhersteller: 3D-Druck von voxeljet ermöglicht maßkonfektionierte Schuhe, die den Verbrauchern sogar leistungs- und komfortsteigernde Funktionen bieten könnten. So ebnen additive Herstellungsverfahren, wie voxeljet's High Speed Sintering, durch Maßkonfektionierung und Materialentwicklung den Weg für die additive Schuhproduktion von morgen.



Für den Konsumenten ist besonders attraktiv, dass solche maßkonfektionierte Schuhe die unterschiedlichen Fußformen berücksichtigen, ebenso das individuelle Körpergewicht und die Schrittlänge.

Aus Herstellersicht spricht aber nicht nur der Kundennutzen für den High Speed Sintering (HSS) Prozess. Denn beim HSS lassen sich beinahe alle Produktionsparameter wirtschaftlicher, schneller, umweltgerechter und dabei auch noch individualisierbar auf verschiedene Materialien einstellen.

Kaum ein Produktmanager aus der produzierenden Industrie kommt derzeit am Hype-Thema „Lattice Structure“ vorbei. Dabei handelt es sich um abstrakte, CAD-generierte Gitterkonstruktionen, die sich die Natur als Vorbild nehmen. Sie bieten den so hergestellten Gütern maximale Stabilität und Haltbarkeit und zudem eine enorme Material- und damit Gewichtsersparnis. Kein Wunder also, dass auch die marktführenden Sportschuhhersteller ein großes Interesse an dem Produktionsprozess haben. Denn mit 3D-gedruckten Lattice Structures lassen sich Produktionskosten senken und dank der Materialeinsparung schont der Fertigungsprozess auch die Umwelt. Nicht versinterter Kunststoff kann je nach Prozess und Material in Anteilen wieder zurück in den Produktionsprozess geführt werden.

Der Vormarsch der 3D-Drucktechnologie in der Schuhindustrie

Diverse Schuhproduzenten arbeiten bereits mit 3D-Drucktechniken bei der Herstellung von Mittelsohlen oder anderen Schuhkomponenten wie etwa Einlagen. Flüssigharz verarbeitende additive Technologien sind oft genutzte Verfahren, bei der die zu versinternden Bereiche punktuell belichtet werden und so aushärten. Diese Verfahren bieten zwar die Möglichkeit, wasserdichte Schuhkomponenten mit feinen Details und guten Oberflächeneigenschaften zu drucken, jedoch sind die verarbeiteten Materialien und dadurch die Teile selbst vergleichsweise noch zu schwer.

Eine weitere additive Fertigungstechnik ist das Fused Filament Fabrication (FFF). Dabei wird eine Schicht geschmolzenes Kunststoff-Filament als Strang aufgelegt und verklebt. Vorteil des High Speed Sinterns ist hier die im Gegenzug die höhere Produktionsgeschwindigkeit, die Materialvielfalt, die konstanten Schichtzeiten und das dadurch einfachere Thermomanagement sowie die geometrische Freiheit. Denn im Gegensatz zum FFF benötigt das HSS keine Stützstrukturen zur Stabilisierung der gedruckten Bauteile. Das nicht verdruckte Pulver stützt die Bauteile im Bau Feld wodurch im HSS weniger auf Hinterschnitte oder Überhänge geachtet werden muss. So kann der Bauraum bei HSS maximal ausgenutzt werden.

Die meisten additiven Prozesse arbeiten geometrieorientiert; sie produzieren Waben- oder andere bionische Gitterstrukturen für die unterschiedlichen Belastungszonen im Schuh. Dadurch müssen die Wandstärken der Gitterstruktur beispielsweise dicker werden, um einen größeren Stabilitätsgrad zu erhalten. Das HSS-Verfahren hingegen arbeitet mit einem variablen Tinteneintrag, der unterschiedliche Materialeigenschaften wie Festigkeit oder Steifigkeit innerhalb einer Gitterstruktur aber auch im Vollmaterial ermöglicht. An den belasteten Stellen einer Schuhsohle kann unterschiedlich viel Infrarotlicht- (IR) absorbierende Tinte eingedruckt werden. Dementsprechend erhält das Bauteil an dieser Stelle unterschiedlich hohe Festigkeiten. Als weitere Alternative, wie bei allen generativen Fertigungsverfahren, kann obendrein bei HSS noch mit Gitterstrukturen gearbeitet werden, um unterschiedliche Festigkeiten zu erreichen. Denn mit dem HSS-Graustufendruck von voxeljet können Schuhhersteller einzelne Bereiche in der 3D-gedruckten Schuhkomponente belastungsspezifisch hinsichtlich Tragekomfort, Stabilität und Elastizität optimieren.



HSS-Prozess und Graustufendruck: So geht es!

Der HSS-Graustufendruck von voxeljet ist ein Verfahren zum 3D-Drucken dreidimensionaler Modelle mit variablen Zieleigenschaften. Die Materialeigenschaften des erzeugten Formkörpers können mit dem HSS-Verfahren gezielt in allen drei Dimensionen beeinflusst werden. Dabei kann es sich um die mechanische Festigkeit oder Elastizität sowie Materialdichte und damit Gewicht und Schwerpunkt des 3D-Druckobjektes handeln. Vorteilhaft: Diese variierenden Materialeigenschaften sind im späteren äußeren Erscheinungsbild des Bauteiles nicht sichtbar.

Grundsätzlich wird beim HSS-Prozess eine dünne Schicht aus Kunststoffpulver, wie beispielweise TPU, EVA oder TPE auf eine beheizte Bauplattform aufgetragen. Anschließend fährt ein Tintenstrahl Druckkopf großflächig über die Plattform und benetzt selektiv Bereiche des Baufeldes mit einer infrarotlichtabsorbierenden Tinte. Daraufhin strahlt eine Infrarotlampe auf die Bauplattform. Die bedruckten Bereiche des Kunststoffpulvers absorbieren die Hitze, wodurch diese mit vorherigen Schichten versintern. Nach dem Sintervorgang senkt sich die Bauplattform um eine Schichtstärke ab und die nächste Schicht Kunststoffpulver kann aufgetragen und bedruckt werden. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis der Aufbau beispielsweise einer Mittelsohle abgeschlossen ist. Anschließend kühlt der gesamte Bauraum mit den gesinterten Teilen entweder im oder außerhalb des Drucksystems ab. Anschließend kann die Schuhsohle vom umgebenden Pulver befreit und weiterverarbeitet werden. Durch den selektiven Temperatureintrag bleibt das unbedruckte Pulver lose und kann für weitere Druckprozesse, abhängig vom verwendeten Material, wiederverwendet werden.

Der Grauwert, die Graustufe oder das Greylevel der im HSS-Prozess abgebildet werden kann, bezeichnet die pro Voxel in das Pulver eingedruckte Menge des Absorbers (Tinte). Dabei können, je nach verwendetem Material, innerhalb eines Benetzungsschrittes bis zu sechs verschiedene Grauwerte auf der Partikelmaterialoberfläche eingedruckt werden. Die Ansteuerung der Inkjet-Druckköpfe erfolgt via Bitmaps. Da der Druckkopf die Menge der infrarotabsorbierenden Tinte beim HSS steuert, kann die Dichte des Absorbers und damit der Grauwert pro Volumen variieren.

Je größer der Volumeneintrag, desto mehr Wärmeenergie der IR-Lampe kann das bedruckte Material aufnehmen. Dadurch kann der Sohle nicht nur die dreidimensionale



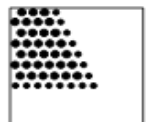
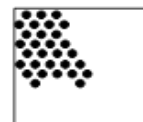
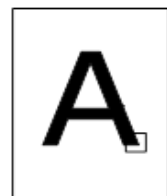
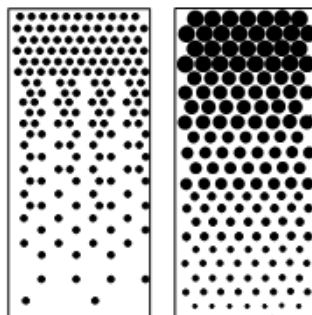
Form gegeben, sondern zeitgleich dreidimensionale mechanische Eigenschaften hinzugefügt und integriert werden.

Weiterhin kann die Graustufe mit Dithering (Simulation tatsächlich nicht vorhandener Zwischenstufen über bestimmte Pixel-Anordnungen / Rasterungen) verbunden werden. So lassen sich der Absorptionsgrad, die Energieeinkopplung und damit die effektive Temperatur des zu verfestigenden Partikelmaterials noch feiner justieren, was weiteren Einfluss auf die Materialeigenschaften hat.

Technische Spezifikationen der Graustufen

- > Unterschiedliche Härtegrade über Tinteneintrag abbildbar
- > Bis zu 6 Graustufen möglich
- > Graustufen je nach Material für Energieabsorption zusätzlich variierbar
- > Bessere Kantenschärfe im Vergleich zum Dithering
- > Gute Detailtreue
- > Höhere Festigkeit als über reines Dithering
- > Kombinierbar mit Dithering für noch mehr Variation
- > Glattere Oberflächen

Absorbermenge



Open Source macht freie Anpassung an die Materialanforderungen möglich

voxeljet setzt bei seinem HSS auf Open Source-Software für die Steuerung seiner 3D-Druckssysteme. Der Druckvorgang wird von der voxeljet-Software ProPrint gesteuert. Der Clou der Open Source-Lösung: Kunden können sämtliche Druckparameter für die eigenen idealen Materialanforderungen frei anpassen. ProPrint und das integrierte voxeljet-Datenanalysetool Vamos erlauben beispielsweise die freie Steuerung des Temperatureintrages, mit dem das bedruckte Pulver verschmelzen soll. Auch Schichtstärke, Tinteneintrag und genereller Prozessablauf sind frei einstellbar.

Die junge Technologie von 3D-Druckexperte voxeljet birgt für die Schuhindustrie viel Potenzial, den Schuh neu zu erfinden. Materialvielfalt, Ressourcenschonung, Leichtbau, Individualisierung und Performancesteigerung für Endkunden sind dabei nur einige der denkbaren Vorteile.

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.