

Inhomogene Festigkeiten im 3D-Druck überwinden

Das Unternehmen AIM3D konnte die Vorteile des patentierten Voxelfill-Verfahrens nachweisen. Festigkeitsprüfungen belegen, dass dieses Verfahren inhomogene Festigkeiten von 3D-Bauteilen in X-, Y- und Z-Achse überwinden kann und damit an konventionelle Verfahren wie das Spritzgießen heranreicht.

AIM3D setzt seit 2017 konsequent auf 3D-Pellet-Drucker in Abgrenzung zu FDM-3D-Druckern, die Granulate statt Filamenten verarbeiten. Deutlich günstigere Materialeinstandskosten von Granulaten und die Verwendung von Regenerat-Material direkt aus der Mühle sind Grundlage für die hohe Wirtschaftlichkeit dieser Fertigungsstrategie mit 3D-Pellet-Druckern. Clemens Lieberwirth, CTO von AIM3D: „Wir glauben mehr denn je an unsere CEM-Technologie.“ 3D-Pellet-Drucker bieten die einzigartige Option, kosteneffektiv die Eigenschaften von konventionell hergestellten Bauteilen mit einer additiven Fertigungsstrategie abzubilden. Mit der Voxelfill-Strategie reicht nun der 3D-Druck an Festigkeiten des klassischen Spritzgießens heran.

Prinzip ist innovativ und disruptiv

In der additiven Fertigung von Polymeren haben Bauteile durch den schichtbasierten Aufbauprozess inhomogene Festigkeitswerte. Dies äußert sich vor allem durch Nachteile bei den Zug- und Biegefestigkeiten sowie einem spröden Verhalten entlang der Z-Achse. Demgegenüber reichen die erzielbaren Festigkeiten entlang der X- und Y-Achsen mancher Verfahren schon an die Festigkeiten der klassischen Spritzgießverfahren heran. AIM3D stellte dies bereits mit der Verarbeitung von fasergefüllten Werkstoffen wie



Der Drucker ExAM 510 mit einer maximalen Baurate von derzeit 150 cm³/h.

Bilder: New AIM3D

PA6 GF30 und reinen Thermoplasten wie ULTEM 9085 unter Beweis.

Um eine breite Anwendbarkeit von 3D-Bauteilen zu ermöglichen, muss das Phänomen inhomogener Festigkeiten grundsätzlich gelöst werden. Unter Einsatz der 3D-Extrusionstechnologie des CEM-Verfahrens entwickelte AIM3D eine Voxelfill-Strategie, die diese Einschränkungen überwindet

und die Wirtschaftlichkeit des CEM-Verfahrens steigert. Voxelfill ist anwendbar bei Multimaterialbauteilen und eignet sich grundsätzlich für die Werkstoffgruppen Kunststoff, Metall und Keramik zum Aufbau von 3D-Bauteilen. Clemens Lieberwirth betont: „Mit Voxelfill bekommt der Verarbeiter die einzigartige Möglichkeit zur Verbesserung der Z-Festigkeit und der Druckgeschwindigkeit.“

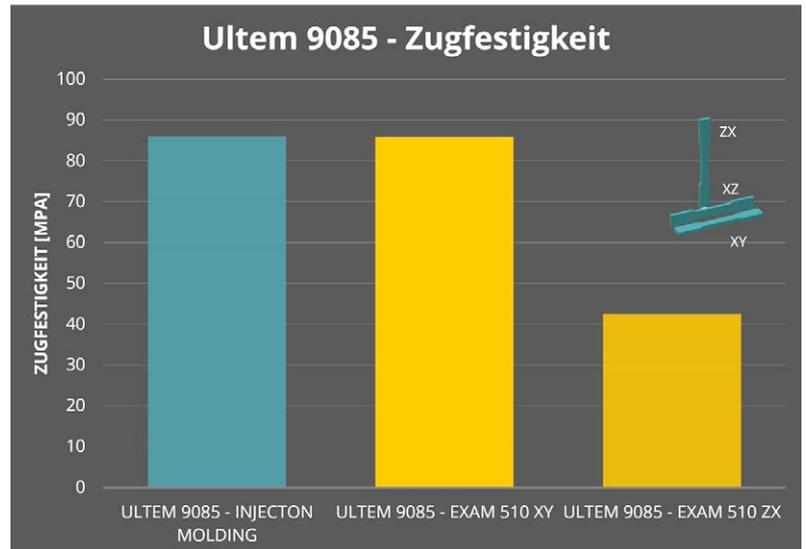
Voxelfill-Strategie im Überblick

Ziel der Entwicklung von Voxelfill war es, inhomogene Festigkeiten im 3D-Druck zu überwinden. Zurzeit erreicht der Materialextrusions-3D-Druck je nach Werkstoff rund 50 Prozent Festigkeit in Druckrichtung. Die gedruckten Schichten reißen auseinander, und die Bauteile sind deshalb häufig nur für Prototypen geeignet. Mit Voxelfill erreicht AIM3D nun 80 Prozent Festigkeiten verglichen mit dem formgebundenen Spritzgießverfahren und ermöglicht die technische Anwendung 3D-gedruckter Teile aus zertifizierten Granulaten. Potenziell angestrebt sind sogar 100 Prozent. Voxelfill ist eine Kombination von Spritzgießen und 3D-Extrusionsdruck auf Basis des CEM-Verfahrens. Voxelfill erreicht nahezu isotrope Materialeigenschaften in allen Baurichtungen, zudem eine höhere Produktivität und eine Orientierung von Fasern in Z-Richtung und ist auf dem Weg zum Gamechanger im Bereich der Festigkeiten von 3D-Bauteilen.

Umsetzung der Versuchsreihen mit Voxelfill

Mit Voxelfill werden Festigkeiten von 80 Prozent in der Ebene im Vergleich zum Spritzgießen erzielt. Die zunächst ermittelten Werte gelten für ungefüllte technische Polymere. Dies ergibt eine doppelt so hohe Festigkeit gegenüber dem konventionellen 3D-Druck mit FDM-Druckern. Bei fasergefüllten technischen Polymeren ist der zu erwartende Anstieg der Festigkeit gegenüber dem konventionellem 3D-Druck mit FDM-Druckern sogar noch höher.

Der Aufbau der Versuchsreihen mit Voxelfill erfolgte mit Zugstabgeometrien zur Bestimmung der XY-Festigkeit sowie der Z-Festigkeit. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie von AIM3D wurden für die Versuchsvarianten jeweils die Spannung (MPa) und die Dehnung (in Prozent) gemessen. Trotz hoher Zugfestigkeiten zeigten die Voxelfill-Proben noch Poren, also Lufteinschlüsse im Bereich von $<0,15 \text{ mm}^3$. Daher ist durch weitere Optimierung der Füllichte eine noch höhere Zugfestigkeit und damit Isotropie denkbar. Das Potenzial des Voxelfill-Verfahrens erweitert sich durch den Einsatz von fasergefüllten Polymeren.



ULTEM 9085 – Gegenüberstellung von Zugfestigkeiten in MPa (ohne Voxelfill).

Die Ergebnisse aus den ersten Untersuchungen zeigen das große Potenzial von Voxelfill. Sie bilden den Proof of Concept für diese Kombination aus Materialextrusions-3D-Druck und Spritzgießen. Bei der Betrachtung der Ergebnisse der konventionell hergestellten Proben (Layer by Layer) wird die Schwachstelle Anisotropie 3D-gedruckter Bauteile offensichtlich.

Verbesserung der Reproduzierbarkeit mit einem 3D-Pellet-Drucker

Die ExAM-510-Anlage von AIM3D ist geeignet für den Einsatz in der industriellen Produktion. Die 2022 vorgestellte Anlage arbeitet mit einer maximalen Baurate von derzeit $150 \text{ cm}^3/\text{h}$. Es werden laut Hersteller Bauraten von 300 bis $600 \text{ cm}^3/\text{h}$ angestrebt. Damit sollen Verarbeitungsmengen von 1.000 bis 4.000 Kilogramm pro Jahr erreicht werden. Entscheidend für den Aufbau eines 3D-Bauteils ist vor allem die Reproduzierbarkeit – also die Wiederholgenauigkeit des Prozesses. Für einen Anwender ist dies ein zentraler Punkt für gleichbleibende Qualität des Bauteils gerade in der Serienfertigung von kleinen und mittleren Serien. Bauteile der Spritzgießtechnik und 3D-Bauteile zeigen vergleichbare Homogenitäten des Materials, weil Granulat-ULTEM 9085 eingesetzt wird.

Die 3D-Pellet-Drucker ExAM 255 und ExAM 510 ermöglichen den Einsatz von Standard-Granulaten mit oder ohne Füllstoffe zur Generierung von belastbaren 3D-Bauteilen. PEI ist schwer entflammbar nach UL 94-VO. PEI eignet sich für hohe Einsatztemperaturen. Dabei wird eine 100 Prozent höhere Bruchdehnung gegenüber FDM-Druckern erzielt. PEI erschließt daher Anwendungsgebiete in Automotive, Aerospace, Schienenfahrzeuge und Wehrtechnik. | pb

Formnext, Halle 12.1, Stand E81

New AIM3D, www.aim3d.de