

Inhomogene Bauteilfestigkeiten verhindern

Ein deutscher Hersteller von 3-D-Druckern hat einen Ansatz entwickelt, bei dem zur Überwindung inhomogener Festigkeiten die Kammern eines Bauteils schachbrettartig selektiv gefüllt werden. Um das Verfahren in die Anlagentechnik zu integrieren, kommt eine Slicing-Software-Lösung eines dänischen Software-Entwicklers zum Einsatz. Sie erschließt Anwendern die optimale Ausnutzung des neuen Ansatzes.

Schichtbasierte 3-D-Aufbauprozesse von 3-D-Druckern weisen derzeit oft inhomogene Festigkeitswerte auf. Mit dem Voxelfill-Verfahren geht AIM3D einen neuen Weg, der inhomogene Festigkeiten überwindet und das definierte selektive Dichten im Bauteil ermöglicht. Mit der Slicing-Software-Lösung Slicex des dänischen Software-Hauses Create it Real erhalten Anwender die Möglichkeit, die Potenziale des Verfahrens bei dem Aufbau von 3-D-Bauteilen auszuschöpfen.

Breite Anwendbarkeit 3-D-gedruckter Bauteile

In der additiven Fertigung von Polymeren weisen Bauteile durch den schichtbasierten Aufbauprozess inhomogene Festigkeitswerte auf. Dies äußert sich vor allem durch Nachteile bei den Zug- und Biege-

festigkeiten sowie einem sehr spröden Verhalten entlang der Z-Achse, *Bild 1*. Demgegenüber reichen die erzielbaren Festigkeiten entlang der X- und Y-Achsen mancher Verfahren schon an die Festigkeiten der klassischen Spritzgießverfahren heran. Das Unternehmen AIM3D stellte dies bereits mit der Verarbeitung von fasergefüllten Werkstoffen wie PA6 GF30 und reinen Thermoplasten wie Ultem 9085 unter Beweis. Um eine breite Anwendbarkeit 3-D-gedruckter Bauteile zu ermöglichen, muss das Phänomen inhomogener Festigkeiten grundsätzlich gelöst werden. Unter Einsatz der 3-D-Extrusionstechnologie des CEM-Verfahrens (Composite Extrusion Modeling) entwickelte das Unternehmen eine Voxelfill-Strategie, die diese Einschränkungen überwindet und die Wirtschaftlichkeit des CEM-Verfahrens steigert, *Bild 2*. Voxelfill ist anwendbar bei Multi-

materialbauteilen und eignet sich grundsätzlich für die Werkstoffgruppen Kunststoff, Metall und Keramik zum Aufbau von 3-D-Bauteilen.

Das zweistufige Verfahren im Überblick

Beim Voxelfill-Ansatz werden Bauteile nicht mehr ausschließlich schichtweise (also 2,5-dimensional) aufgebaut, sondern durch Einsatz von sogenannten Voxeln als Volumenbereiche schichtübergreifend gefüllt. Dazu wird zunächst, wie gewohnt, die Bauteilkontur als Basisstruktur über eine oder mehrere Bahnen des extrudierten Materials erzeugt. Im Inneren des Bauteils entsteht ein Gittermuster, das die Grenzen der zu füllenden Volumenelemente ähnlich zu Kavitäten definiert. Diese Struktur der zu füllenden Voxel gleicht den Waben

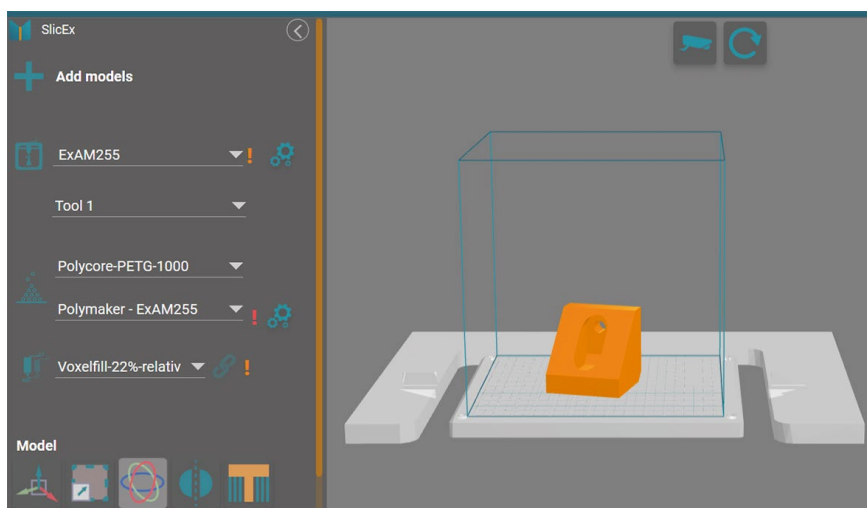


Bild 1 > Das Phänomen inhomogener Festigkeiten äußert sich vor allem durch Nachteile bei den Zug- und Biegefestigkeiten sowie einem sehr spröden Verhalten entlang der Z-Achse (© AIM3D GmbH)

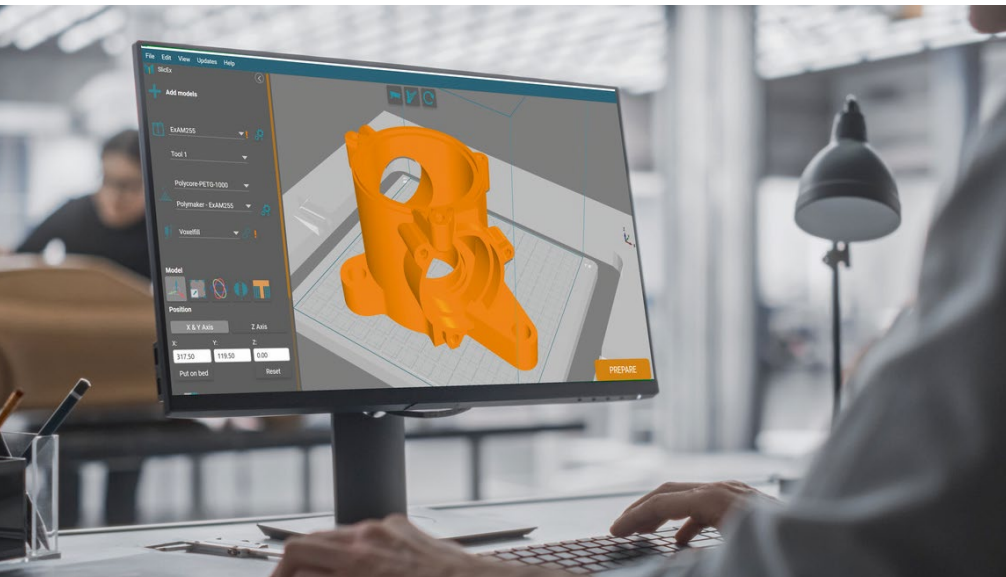


Bild 2 > Der Voxelfill-Ansatz soll das Phänomen inhomogener Festigkeiten lösen und wird durch die Slicing-Software-Lösung gesteuert (© AIM3D GmbH)

in einem Bienenstock. Die Voxelfill-Strategie besteht aus zwei Verfahrensstufen:

1. Generierung einer Gitterstruktur

Die CEM-Anlage, *Bild 3*, wiederholt diesen Aufbau bis zu einer definierten Höhe der Volumenelemente, bis an dieser Stelle die Füllung der zuvor erzeugten Hohlräume (Voxel) durch Einspritzen des thermoplastischen Materials durch den Extruder erfolgt.

2. Füllphase der Voxel

Nun kommt der zweite, noch wichtigere Bestandteil dieser 3-D-Druckstrategie zum Einsatz: Bei der Füllung der Volumenelemente werden nicht alle Voxel in einer Ebene gefüllt. Dies hätte erneut eine Schwachstelle in Z-Richtung in der „Naht“-Ebene zur Folge. Durch Versetzen der Volumenelemente in halber Höhe der Voxel wird eine Art „Ziegelverbund“ im Bauteil erzeugt. Die Bruchlinie wird also zwingenderweise versetzt. Dies bewirkt eine enorme Festigkeitserhöhung und verbessert ebenso die Elastizität der Bauteile in Z-Richtung. Nebenbei reduzieren die eingebrachten Volumenelemente die Druckzeit für vollgefüllte Bauteile und steigern damit die Wirtschaftlichkeit des CEM-Verfahrens.

Ausblick auf die Potenziale

Variationen der Voxelfill-Strategie mittels CEM-Verfahren ermöglichen den Einsatz von unterschiedlichen Materialien: Hybride Multimateriallösungen mit unterschiedlichen Voxel-Füllmaterialien und

Baumaterialien für die Kontur/Struktur der Innenwände werden möglich. Auf diese Weise können die Materialeigenschaften „customized“ werden. Bauteilgewicht, Dämpfungseigenschaften, Schwerpunktmanipulationen oder Elastizitäten können, abgestimmt auf die Anwendung, definiert werden. Durch gezieltes selektives Füllen nur bestimmter Volumenkammern (selektive Dichten) auf Basis von FE-Simulationen könnten die Bauteileigenschaften gezielt beeinflusst werden. So ist es mit Voxelfill möglich, nur die Bereiche eines Bauteils zu füllen, die für den Kraftfluss zwingend erforderlich sind. Im Ergebnis sind diese Bauteile von außen rein optisch „klassische“ Bauteile, auch mit allen Vorteilen für die Nachbearbeitung. Gleichzeitig erfolgt der 3-D-Druck aber material- und gewichtsreduziert bis hin zum Leichtbau. Speziell beim Einsatz von faserverstärkten Werkstoffen ergibt sich durch den Einsatz von Voxelfill eine zusätzliche Option die Fasern im Bauteil gezielt auszurichten, um die mechanischen Eigenschaften zu steigern. In der Ebene ermöglicht das CEM-Verfahren bereits sehr gute Möglichkeiten, die Orientierung der Fasern zu steuern. Diese betreffen bei der Voxelfill-Strategie die Kontur und die Innenwände des Bauteils. Durch das Einspritzen des Materials in die Volumenkammern (Befüllung der Voxel) erhält das 3-D-Bauteil ebenfalls Fasern, die in der Z-Achse ausgerichtet sind, und verbessert dadurch zusätzlich noch einmal die mechanischen Eigenschaften. Das Voxelfill-Verfahren eignet sich besonders für den 3-D-Druck von Kunststoffen und fasergefüllten Kunststoffen, ist aber



Bild 3 > 3-D-Drucker für das Composite Extrusion Modeling (CEM), das den Pulverspritzgießprozess mit Verfahrenstechniken der additiven Fertigung kombiniert (© AIM3D GmbH)

auch für den 3-D-Druck von Metall- und Keramikbauteilen im CEM-Verfahren geeignet. Generell ergeben sich Vorteile durch die höhere Baugeschwindigkeit und die schichtübergreifende Füllung. //

Kontakt

AIM3D GmbH
Industriestraße 12
18069 Rostock
kontakt@aim3d.de
www.aim3d.de



3-D-Druck



Rudolf Leue, Jörn van Leeuwen, Jonas Kieserling: Wertstoffkreislauf im 3D-Druck etablieren. www.springerprofessional.de/link/26497186