

# HOMOGENERE FESTIGKEIT DURCH VOXELFILL

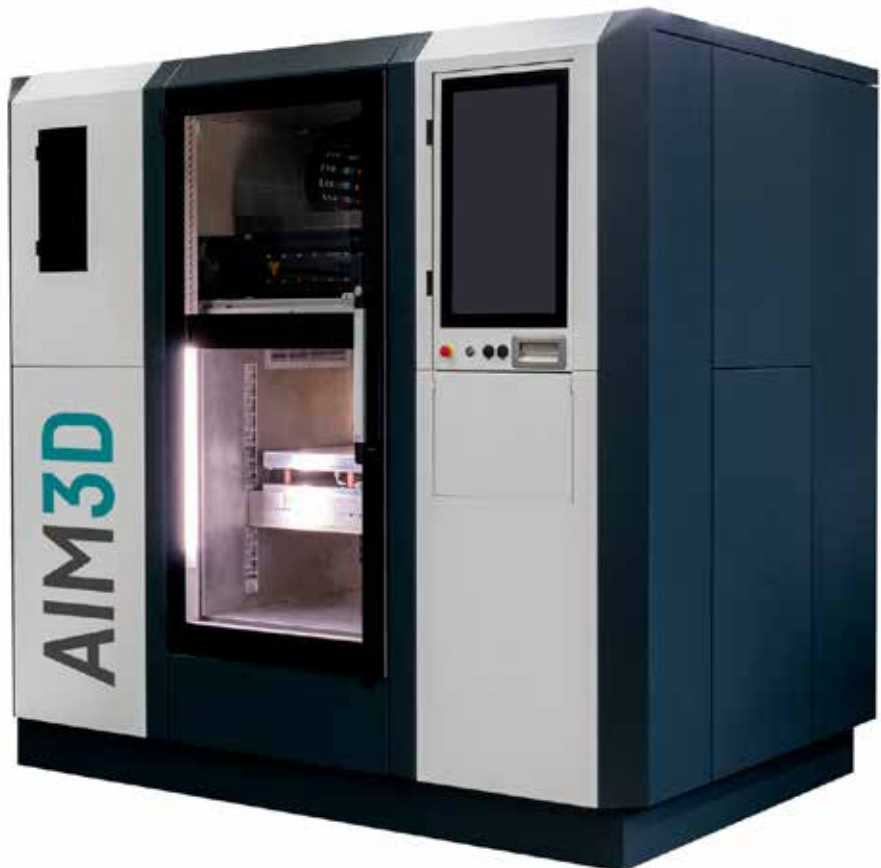
Jedes 3D-Druckverfahren steht im Wettbewerb zu klassischen Fertigungsstrategien wie Gießen oder Fräsen unter den Aspekten mechanischer Eigenschaften, Zeitfaktoren und Wirtschaftlichkeit sowie zudem auch im Wettbewerb zu alternativen 3D-Druck-Technologien. Die technologische Herausforderung: Schichtbasierte 3D-Aufbauprozesse von Polymeren weisen derzeit oft inhomogene Festigkeitswerte auf. Mit dem zum Patent angemeldeten Voxelfill-Verfahren geht AIM3D einen neuen Weg, der inhomogene Festigkeiten überwindet und mit definierten selektiven Dichten im Bauteil punktet.

**A**uf der Formnext 2022 informiert AIM3D zu zwei Highlights: Zum einen das neue Voxelfill-Verfahren zur nachhaltigen Verbesserung der Festigkeitswerte eines schichtbasierten 3D-Bauteils und zum anderen die Markteinführung der ExAM 510-Anlage, die nun die ExAM 255, mit einem größeren Bauraum für höhere Volumina von Bauteilen, ergänzt und auf der Messe in Aktion gezeigt wird.

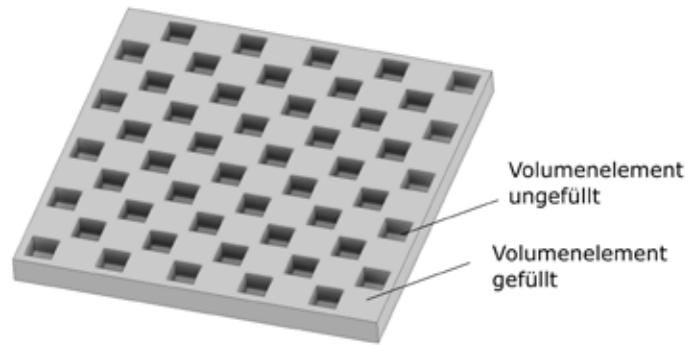
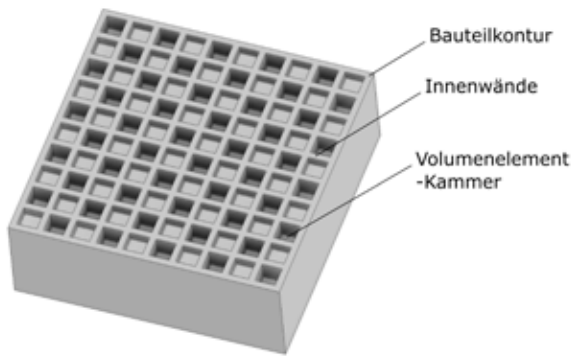
## Voxelfill-Prinzip überwindet inhomogene Festigkeiten

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 Biegefestigkeiten sowie einem sehr 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 Bauteilen auf Basis des Werkstoffs PA6 GF30 unter Beweis. Um eine breite Anwendbarkeit 3D-gedruckter Bauteile 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



Markteinführung der 3D-CEM-Anlage ExAM 510 von AIM3D: Höhere Aufbaugeschwindigkeiten und verbesserte Bauteilgüte. (Bilder: AIM3D GmbH)



**Volumenelemente:** Bei der Voxelfill-Strategie werden Voxel-Hohlräume (Bauteilkontur und Innenwände) gedruckt und dann mit Material selektiv gefüllt.

**Selektive Füllung der Volumenelemente:** Bei der Füllung der Volumenelemente werden nicht alle Voxel in einer Ebene gefüllt, da dies eine Schwachstelle in Z-Richtung in genau der „Naht“-Ebene zur Folge hätte: Durch das Versetzen der Volumenelemente in halber Höhe der Voxel wird eine Art „Ziegelverbund“ im Bauteil erzeugt, die Bruchlinie wird also zwingenderweise versetzt.

steigert. Voxelfill ist zudem anwendbar bei Multimaterialbauteilen und eignet sich grundsätzlich für die Werkstoffgruppen Kunststoff, Metall und Keramik zum Aufbau von 3D-Bauteilen.

### Das zweistufige Voxelfill-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 in einem Bienenstock. Die Voxelfill-Strategie besteht nun aus zwei Verfahrensstufen: Erstens – Generierung einer Gitterstruktur: Die CEM-Anlage wiederholt diesen Aufbau bis zu einer definierten Höhe der Volumenelemente, bis dann an dieser Stelle die Füllung der zuvor erzeugten Hohlräume (Voxel) durch Einspritzen des thermoplastischen Materials durch den Extruder erfolgt. Zweitens – Füllphase der Voxel: Nun kommt der zweite, noch wichtigere Bestandteil dieser >>



## Auf neue Art fertigen. Mit einem Multitalent.

Komplexe Bauteile fertigen, Halbzeuge aufbauen, beschichten, reparieren. Mit dem AM Cube, innovativer 3D-Metalldrucker für unterschiedliche Prozessanforderungen. Und noch mehr Möglichkeiten für die additive Fertigung.

**formnext**

Frankfurt am Main, 15.–18.11.2022

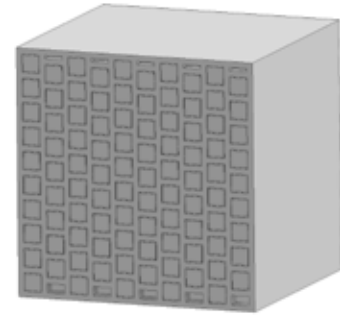
Halle 12.0, Stand A41

3D-Druckstrategie zum Einsatz: Bei der Füllung der Volumenbereiche werden nicht alle Voxel in einer Ebene gefüllt. Dies hätte erneut eine Schwachstelle in Z-Richtung in genau 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 enorm und steigern damit ganz entscheidend die Wirtschaftlichkeit des CEM-Verfahrens.

### Ausblick auf die Potenziale von Voxelfill

Variationen der Voxelfill-Strategie mittels CEM-Verfahren ermöglichen den Einsatz von unterschiedlichen Materialien: Hybride Multimaterial-Lösungen 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 Volumenräumen (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 3D-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. Dies betrifft bei der Voxel-fill-Strategie die Kontur und die Innenwände des Bauteils. Durch das Einspritzen des Materials in die Volumenräumen (Befüllung der Voxel) erhält das 3D-Bauteil ebenfalls Fasern, die in der Z-Achse ausgerichtet sind und verbessert dadurch zusätzlich noch einmal die mechanischen Eigenschaften. Clemens Lieberwirth, CTO bei AIM3D, erklärt: „Das Voxelfill-Verfahren eignet sich natürlich besonders



**Verbundsteigerung:** Durch Versetzen der Volumenelemente in halber Höhe der Voxel wird eine Art „Ziegelverbund“ im Bauteil erzeugt, die Bruchlinie wird also zwingenderweise versetzt.

für den 3D-Druck von Kunststoffen und fasergefüllten Kunststoffen, ist aber auch für den 3D-Druck von Metall- und Keramikbauteilen im CEM-Verfahren geeignet. Generell ergeben sich Vorteile durch die höhere Baugeschwindigkeit und die schichtübergreifende Füllung.“

### Markteinführung ExAM 510

Die K und Formnext im Herbst 2022 markieren den Verkaufsstart des neuen ExAM 510-Granulatdruckers von AIM3D. Diese große CEM-Anlage brachten die Rostocker in eineinhalb Jahren Entwicklungszeit bis in die Beta-Phase. Beta-Phasen-Anwender sind unter anderem ZF Friedrichshafen, Schaeffler und die TU Clausthal. Die neue ExAM 510 steht für größere Bauräume, höhere Präzision und beschleunigte Aufbaugeschwindigkeiten. Der ExAM 510-Drucker ist ein Multimaterialdrucker für die Additive Fertigung, der bis zu drei Werkstoffe parallel aufbauen kann. Das erweiterte Baufeld von 510 x 510 x 400 mm<sup>3</sup> erschließt nun eine Vielzahl von Anwendungen. Der Bauraum ist mit bis zu 200 °C temperierbar, um die Spannungen im Bauteil zu reduzieren und Hochleistungswerkstoffe zu verarbeiten. Die deutlich gesteigerte Baurate bzw. Aufbaugeschwindigkeit liegt, natürlich in Abhängigkeit vom Werkstoff, bei bis zu 250 cm<sup>3</sup>/h (bei Verwendung einer 0,4 mm Düse). Diese Extruder-Klasse ermöglicht eine bis zu Faktor 10 höhere Austragsrate als marktgängiger Filament-Extruder. Der besondere Charme des ExAM 510 erschließt sich auf der Werkstoffseite. Die Anlage stattete AIM3D mit einer auf Hochtemperaturkunststoffe spezialisierten beheizbaren Prozesskammer aus. Dies ermöglicht es auch, Hochtemperaturkunststoffe wie PEEK, PEI, PSU, PPS, mit und ohne Faserfüllung, zu verarbeiten.

[www.aim3d.de](http://www.aim3d.de) · [formnext](#) Halle 12.1, E81



Das Voxelfill-Verfahren eignet sich natürlich besonders für den 3D-Druck von Kunststoffen und fasergefüllten Kunststoffen, ist aber auch für den 3D-Druck von Metall- und Keramikbauteilen im CEM-Verfahren geeignet. Generell ergeben sich Vorteile durch die höhere Baugeschwindigkeit und die schichtübergreifende Füllung.

**Clemens Lieberwirth, CTO bei AIM3D**