

Eine digital-additive Fertigungsstrategie

Eine 3D-CEM-Anlage wurde in ein klassisches, industrielles Konstruktions-Tool eingebettet. Das 3D-Druckverfahren kann somit als **DIGITALE** und durchgängige Prozesskette abgebildet werden.

Bild 1. Sebastian Kallenberg, Projekt-ingenieur bei Naddcon, bei der Steuerung der CEM-Anlage



Ein 3D-Druckverfahren als durchgängige digitale Prozesskette von der Konstruktion bis zur Fertigung und dem Post-Processing abzubilden, das ist die logische Konsequenz einer digital-additiven Fertigungsstrategie. Dieses Ziel hat sich AIM3D aus Rostock gesteckt. Als Entwicklungspartner stellte sich auch das auf Additive Manufacturing spezialisierte Forschungs- und Entwicklungszentrum Naddcon in Lichtenfels dieser Aufgabe (**Bild 1**). Ziel der Kooperation mit AIM3D war die Einbettung eines klassischen, industriellen Konstruktions-Tools, in diesem Falle des ›NX-Pakets‹ von Siemens. Im ›NX-Tool‹ finden sich umfangreiche CAD-, CAM- und CAE-Lösungen, wie sie für konventionelle Fertigungen von Bauteilen in der Zerspanungstechnik eingesetzt werden. Naddcon hat die 3D-CEM-Anlage ›ExAM 255‹ von AIM3D in das NX-Umfeld integriert, um diese als digitale 3D-Bearbeitungsanlage zu erschließen. Dabei ist die Einbettung von NX in das offene Maschinenkonzept der 3D-Multimaterialdrucker des

Unternehmens nur eine Option von vielen. Eröffnet wird nun, wie das Beispiel NX-Tool zeigt, eine alternative Möglichkeit der 3D-Druck-Maschinenbedienung und zur G-Code-Erzeugung.

Die Brücke zwischen der Maschinen-Firmware von AIM3D und der CAD/CAM-Umgebung von Siemens

> KONTAKT

PROJEKTPARTNER
AIM3D GmbH
 D-18069 Rostock
 Tel. +49 381 3676609-0
 kontakt@aim3d.de
www.naddcon.com

Naddcon GmbH
 D-96215 Lichtenfels
 Tel. +49 (0)9571 / 929 970
 info@naddcon.com
www.naddcon.com



Bild 2. Bauteil aus PA6 30GF als Basis-Konstruktion (oben) und mit NX optimierter Konstruktion (unten)

NX bindet den 3D-Drucker als CAM-Bearbeitungsmaschine ein. NX bietet dem Konstrukteur mit CAD-, CAM- und CAE-Ansätzen ein umfassendes Tool zur Konstruktion und iterativen Optimierung von additiven Bauteilen. Bezogen auf ein gewünschtes Anforderungsprofil können die 3D-Bauteile hinsichtlich Bionik, Freiformflächen, selektiven Dichten (variable Füllstrategien) und Gewichtseinsparungen, zum Beispiel durch Gitterstrukturen, optimiert werden (**Bilder 2 und 3**). Auch können die Fasern für den Kraftfluss optimiert abgelegt werden, was die Steifigkeit oder Elastizität und die mechanische Belastbarkeit definiert. Zudem sind ein Datenbanksystem und leistungsfähige Simulationsmodelle hinterlegt. Dies bedeutet, dass der 3D-Druckprozess von der Konstruktion bis in die Fertigung besser beherrschbar ist, Bauteile optimiert designt werden können und gleichzeitig eine sehr hohe Reproduzierbarkeit erreicht werden kann. Wie das Unternehmen erklärt, ermöglicht NX eine exakte Maschinensimulation. Dies bedeutet konkret: Verfahrensgeschwindigkeiten, Extruderleistung und Temperaturen können in Abhängigkeit von der Bauteilgeometrie punktgenau gesteuert werden.

Freiformflächenbearbeitung im 3D-CEM-Druck

Ein Stichwort der Freiformflächenbearbeitung lautet Multi-Axis Deposition. Ursprünglich für das Laserauftragsschweißen von DMG Mori entwickelt, wurde das Tool auf FDM/FFF (Schmelzschichtung) erweitert. Im Schmelzschicht-Verfahren werden Bahnen auf eine Fläche aufgetragen. Das Aufbringen der Bahnen erfolgt durch thermische Verflüssigung eines Polymers und kontinuierliches Extrudieren mittels einer Düse sowie einer anschließenden Erhärtung durch Abkühlung an der gewünschten Position der Arbeitsebene. Der Aufbau eines Körpers erfolgt üblicherweise, indem wiederholt jeweils zeilenweise

SARIX



Perfect round holes
Accurate and concentric holes
High precision surface finishing
High quality productivity
Perfect sharp corners

No burrs
No angle limit
No burning effect
No material alteration
No entrance & exit deformation



SX100 - hpm

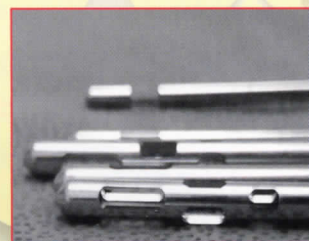
**High precision
 Micro EDM Machine**

for

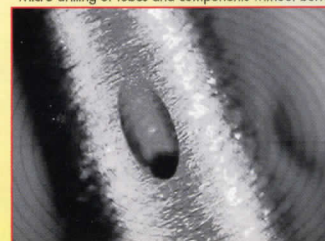
Micro EDM Drilling
Micro EDM Sinking
3D Micro EDM Milling



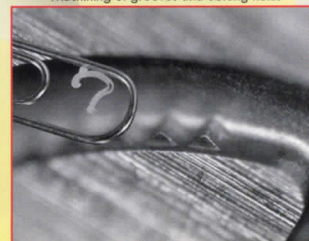
Micro drilling of tubes and components without burrs



Machining of grooves and oblong holes

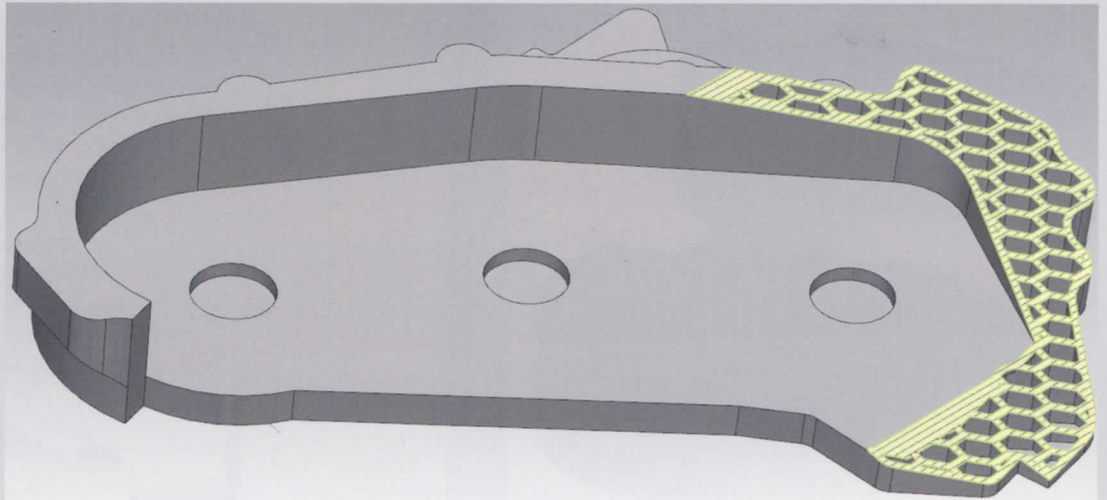


Micro drilling of cannulas and needles



Micro molding components

Bild 3. Bauteil aus PA6 GF30 in der Darstellung des NX-Programms mit gewichtsoptimierter Gitterstruktur



eine Arbeitsebene abgefahren und dann die Arbeitsebene »stapelnd« nach oben verschoben wird, sodass eine Form schichtweise entsteht. NX ermöglicht die Erzeugung der Werkzeugbahnen entlang von gewölbten Flächen (**Bild 4**). Auf diese Weise werden echte 3D-Bahnen generiert, die Ebenen unabhängig erzeugen. Bei der Anwendung dieser Technologie in der Prozessentwicklung kann hier der AM-typische Treppenstufeneffekt vermieden werden. Das Ergebnis ist eine echte 3D-Kontur eines Volumenkörpers.

Sebastian Kallenberg ist Projektingenieur bei Naddcon. Er hat dazu die Arbeitsschritte anhand eines standardisierten Bauteils aus PA6 GF30 (Demonstrator) entworfen, welches mittels NX in eine optimierte Konstruktion überführt werden sollte. Am Anfang stand der Aufbau eines Kinematik-Modells des 3D-Druckers durch die Integration des CAD-Modells der ExAM 255 in NX, sowie die Definition der Kinematik-Achsen und Festlegung des Maschinennullpunkts. Das Kinematik-Modell ermöglicht die Maschinensimulation der Werkzeugbahnen vor der eigentlichen Fertigung. Dem folgte die Werkzeugbahngenerierung für den Extruder der AM-Anlage. Dabei werden Verfahrenswege erzeugt, die auf Bearbeitungsoperationen und der Bauteilgeometrie basieren. Dritter Schritt war die Maschinensimulation der ExAM 255, das heißt, die Simulation der Werk-

zeugbahn mit den zugehörigen Achsbewegungen des Maschinenmodells. Materialauftrag und Maschinenkollisionen können hier ebenfalls simuliert werden. Kernpunkt bildet hier die Programmierung eines Postprozessors zur Übersetzung der NX-Werkzeugbahnen in einen numerischen G-Code, den der 3D-Drucker interpretieren, also lesen kann. Ein G-Code besteht aus Wegbedingun-

gen, »G-Wort«, und Zusatzfunktionen, »M-Wort«, denen jeweils eine Bewegung oder Aktion zugeordnet wird. Die Kombination dieser Befehle ermöglicht es dem 3D-Drucker zu verstehen, welchem Muster dieser folgen muss, um das Bauteil zu fertigen. Bei einem G-Code handelt es sich um eine Sprache zur Programmierung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen, welche beim 3D-Druck meist von der Slicer-Software bei der Umwandlung des Entwurfs zur STL-Datei automatisch erzeugt wird. Die Postprozessor-Programmierung ermöglicht maschinenspezifische Justierung zur verbesserten Prozesskontrolle. Bei der Nutzung von NX ist allerdings kein STL-Format mehr nötig, da im Prozess auf Volumenkörper zurückgegriffen wird, die innerhalb von NX erzeugt werden oder aus einem anderen CAD-System als Volumenkörper importiert werden können.

Demonstrator-Fertigung zeigt Potenziale auf

Die Programmierung wurde an einem Musterbauteil aus PA6 GF30, dem Demonstrator, auf der ExAM 255 getestet. Zunächst erfolgte die Werkzeugbahngenerierung. Dann wurden auf der Anlage Tests zur Identifizierung optimaler Prozessparameter, aber auch von möglichen Fehlern im Post-Prozessor durchgeführt. Der Demonstrator konnte mit NX zahlreichen Optimierungen unterworfen werden. Der Konstrukteur kann Dichten variieren, Gitterstrukturen zur Gewichtsreduzierung integrieren, Schrumpfung kontrollieren, Versteifungen vornehmen, Bohrungen verlegen, um das gesamte Bauteil optimal zu designen und es prozessfähig im 3D-Drucker aufzubauen. Sebastian Kallenberg erklärt: »Unser digitaler NX-Ansatz soll die CEM-Maschinenteknik aus der Perspektive der Konstruktions- und Fertigungsvorbereitung besser erschließen. Hier liegen erhebliche Potenziale für Freiformflächen, das heißt, echte 3D-Konturen, aber auch bionische Konstruktionsstrategien.« ■

MI310910

Bild 4. 3D-Konturen: In der Freiformflächenbearbeitung erzeugt NX 3D-Werkzeugbahnen für gewölbte Flächen

