

Additive Fertigungsmaschine mit smarter Steuerungslösung

WENN ALUMINIUM SCHICHT FÜR SCHICHT GESTALT ANNIMMT

Ein Kleid aus 3D-gedrucktem Metall wirkt auf dem Laufsteg wie futuristische Haute Couture. Dahinter steckt jedoch ein Fertigungsprinzip mit sehr praktischen Fragen: Wie lässt sich Metalldraht kontrolliert aufschmelzen und volumengenau extrudieren? Welche Anforderungen stellen hohe Temperaturen an Antriebstechnik, Sensorik und Safety? Und wann kann die additive Herstellung gegenüber dem Fräsen aus dem Vollen wirtschaftliche Vorteile bieten? Ein drahtbasierter Ansatz für den Aluminiumdruck liefert darauf Antworten – mit Potenzial für Anwendungen von optimierten Lüfterblättern bis zu reparierten oder funktional erweiterten Bauteilen.

TEXT: Sigmatek **BILDER:** Sigmatek; publish-industry, KI-based (Perplexity)



3D-Drucken auf Basis von Metalldraht mittels Fused Filament Fabrication (FFF, auch bekannt als FDM), mit Fokus auf Aluminium.



Der drahtbasierte Metall-3D-Druck ermöglicht komplexe Oberflächenstrukturen und Geometrien. Die Beispielbauteile zeigen unterschiedliche Strukturen, die im additiven Aufbau entstehen.

Das belgische Unternehmen Valcun hat eine additive Fertigungsmaschine für den Metall-3D-Druck entwickelt, die auf einem drahtbasierten Verfahren basiert. Ziel war es, die Vorteile etablierter Polymer-3D-Druckverfahren auf den Metallbereich zu übertragen und dabei eine energieeffiziente, industrietaugliche Lösung zu realisieren. Das Ergebnis ist eine kompakte Anlage mit vielfältigem Anwendungspotenzial in industriellen Fertigungsumgebungen. Die Umsetzung erfolgte mit Hard- und Software von Sigmatek, unterstützt durch SigmaControl (Barendrecht, NL).

Entwicklung und Verfahrenstechnologie

Von der ersten Konzeptversion im Jahr 2019 bis zur Präsentation der marktreifen Maschine wurde das System kontinuierlich weiterentwickelt. Im Fokus der Entwicklung stand dabei der Aluminiumdruck mittels Fused Filament Fabrication (FFF/FDM), ein weit verbreitetes 3D-Druckverfahren, bei dem ein thermoplastischer Kunststoff schichtweise aufgeschmolzen und extrudiert wird, um ein dreidimensionales Bauteil aufzubauen. Daraus entstand die von Valcun patentierte Molten Metal



Das ST152 von Sigmatek ist ein kompaktes, leistungsstarkes Schrittmotormodul mit Closed-Loop-Regelung und STO-Funktion.



Wenn man aus einem CNC-Profil kommt und mit LabView vertraut ist, erkennt man die Vorteile der visuellen Programmierung mit der Lasal All-in-One-Engineering-Software.

Deposition (MMD)-Technologie. Dabei wird Aluminiumdraht als Ausgangsmaterial verwendet. Der Draht wird dem Druckkopf zugeführt und dort vollständig aufgeschmolzen. Über eine Düse wird das flüssige Metall kontrolliert abgegeben und verbindet sich unmittelbar mit der zuvor aufgebrachten Schicht. Der Bauteilaufbau erfolgt schichtweise direkt aus der Schmelze. Im Vergleich zu pulverbasierten Verfahren ermöglicht der drahtbasierte Ansatz eine hohe Materialausnutzung, reduzierte Handhabungsaufwände und einen vereinfachten Materialkreislauf. Gleichzeitig stellt der MMD-Prozess hohe Anforderungen an Temperaturführung, Regelung und Energieeffizienz.

Bedienkonzept und Energieeffizienz

Ein zentrales Entwicklungsziel war die Übertragbarkeit bestehender Anwenderkenntnisse aus dem Polymer-3D-Druck. „Unser Ziel war es, eine Maschine zu entwickeln, die einfach zu bedienen und einzusetzen ist. Anwender, die mit einem Polymerdrucker arbeiten können, sollen dies prinzipiell auch mit einem Metalldrucker tun können“, erläutert Valcun-CEO Jonas Galle. Besonders anspruchsvoll ist hierbei die Kombination aus hohen Prozesstemperaturen und begrenzter Leistungsaufnahme. „Der Druckkopf realisiert einen stabilen Schmelzprozess im Temperaturbereich zwischen 570 bis 660 °C, während der gesamte Drucker auf eine Leistungsaufnahme von unter 1.500 W ausgelegt ist“, so Galle.

Vorteile der additiven Metallfertigung

Bei Valcun sieht man die wesentlichen Vorteile der additiven Metallfertigung in der Gestaltungsfreiheit, der Bauteilgestaltung und der Reduzierung des Materialeinsatzes. In der konventionellen Fertigung – insbesondere in der Luft- und Raumfahrt – werden Aluminiumbauteile häufig aus Vollmaterial gefräst. Dabei werden oft mehr als 70 bis 90 Prozent des Ausgangsmaterials abgetragen. Dies führt zu hohen Material- und Entsorgungskosten.

Der additive Ansatz ermöglicht die Herstellung sogenannter Near-Net-Shape-Bauteile. Dabei handelt es sich um Komponenten, die bereits sehr nah an ihrer endgültigen Form gefertigt werden. Nur wenige oder sehr geringe Nachbearbeitungsschritte (wie Schleifen, Bohren oder Fräsen) sind danach noch nötig. „Wenn in der klassischen Fertigung ein Großteil des Materials weggefräst wird, lohnt es sich zu prüfen, welche Bauteile sich additiv herstellen und anschließend effizient nachbearbeiten lassen“, so Galle. Für geeignete Bauteile ergeben sich dadurch signifikante wirtschaftliche Vorteile.

Ein konkretes Anwendungsbeispiel ist die Fertigung von Aluminium-Lüfterblättern für Rechenzentren. Durch additive Anpassung der Geometrie konnten Strömungseigenschaften und Gewicht verbessert werden, was zu einer Reduzierung der Betriebskosten von rund 10 Prozent führte. Hochgerechnet auf große Stückzahlen ergibt sich ein erhebliches Einsparpotenzial bei den Energiekosten.

Technik im Metallprinter

Das zentrale Alleinstellungsmerkmal des Valcun Metallprinters ist der Druckkopf, der für den Betrieb bei hohen Temperaturen ausgelegt ist und gleichzeitig eine präzise volumetrische Extrusion ermöglicht.

„Es gibt erhebliche Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften zwischen Polymeren und Metall. Wenn man Metall schmilzt, wird es so dünnflüssig wie Wasser. Wir haben drei Patente: eines für den Prozess selbst und eines für die

Art und Weise, wie wir volumetrisch extrudieren können – das heißt, jedes Draht-Volumen, das oben hineingeht, muss unten auch wieder herauskommen“, erklärt Galle. Die Antriebstechnik des 3D-Druckers ist eine Kombination aus Schritt- und Servomotoren, die mit Motion-Modulen für die Hutschiene aus der S-DIAS-Serie von Sigmatek gesteuert werden: Schrittmotorkarte ST 152 und DC 061-Module. Diese sind Teil des S-DIAS Automatisierungssystems, das neben leistungsstarken CPUs, digitalen und analogen I/Os auch Safety umfasst. Für sicherheitsrelevante Funktionen ist eine Safety-CPU integriert. Sie übernimmt die Not-Aus-Funktionen zur Erfüllung der CE-Konformität sowie die temperaturabhängige Überwachung der Maschinentür. Ein Öffnen der Tür ist erst dann möglich, wenn definierte Temperaturgrenzwerte unterschritten sind und eine Gefährdung durch Verbrennungen ausgeschlossen werden kann. Die Safety-Funktionen sind direkt mit der Safety-CPU sowie dem Safety-Schloss gekoppelt. Natürlich sind auch zahlreiche Sensoren verbaut, etwa für Temperaturmessung, Kraftmessung oder zur Erkennung, ob der Feeder geöffnet ist.

Engineering und Software

Die Programmierung der Anlage erfolgt mit der All-in-One-Engineering-Software Lasal von Sigmatek. Galle: „Wenn man aus dem CNC-Umfeld kommt und es gewohnt ist, mit LabView zu arbeiten, erkennt man die Vorteile der visuellen Programmierung. In Lasal wird im Grunde beides angeboten, und man hat jederzeit die Möglichkeit, einen eigenen Code hinzuzufügen. Würde man ausschließlich in C programmieren, wäre es ein Albtraum, später etwas wiederzufinden.“

Perspektiven und Anwendungen

Ein wesentlicher Vorteil der Valcun-Technologie ist die Möglichkeit, direkt auf bestehende Substrate zu drucken. Bauteile können somit gezielt erweitert oder repariert werden, etwa durch das Aufbringen zusätzlicher Funktionsmerkmale auf ein vorhandenes Grundbauteil. Insbesondere der Einsatz von Aluminium eröffnet vielfältige Anwendungen in Branchen wie Luftfahrt, Energie, Maschinenbau und Rechenzentrumsinfrastruktur. Die Kombination aus drahtbasierter Metallfertigung, energieeffizientem Maschinenkonzept und leistungsfähiger Steuerungstechnik positioniert die Anlage als wirtschaftlich interessante Ergänzung klassischer Fertigungsverfahren. „Eigentlich müsste in jeder Metallwerkstatt eines Unternehmens eine 3D-Metalldruckmaschine stehen – als fester Bestandteil des Maschinenparks. Das Potenzial ist groß genug“, ist Galle überzeugt.

sps Halle 7, Stand 270