



Mit Colossus, einem der größten transportablen 3D-Drucker weltweit, lassen sich auch voluminöse Bauteile wie z.B. ein Stuhl rasch fertigen

Die „gläserne Fertigung“ im Container gibt den Blick auf 3D-Drucker von IMA frei und soll der Öffentlichkeit die Funktionsweise nahe bringen.



TwinCAT 3 Plastic Processing Framework als Extrudersteuerung und TwinCAT CNC beim Additive Manufacturing

## „Kolossaler“ 3D-Drucker profitiert von leistungsfähiger Datenverarbeitung

Der Name des Start-ups Colossus im belgischen Limburg ist zugleich Programm: Das Unternehmen verfügt über einen der größten transportablen Kunststoff-3D-Drucker der Welt. Entwickelt wurde das System vom Colossus-Team in Kooperation mit dem Maschinenbauer IMA aus Houthalen, Belgien. Die zukunftsweisende Steuerung des Druckers, die sowohl die Verfahrachsen in der Anlage ansteuert als auch die Temperaturen des Extruders im Druckkopf regelt, stammt von Beckhoff.

Große funktionelle oder dekorative Objekte, wie z. B. Outdoor-Mobiliar und Ornamente, möchte Colossus mit einem neuen 3D-Drucker fertigen, der als Rohstoff recyceltes Material und damit einen Werkstoff mit hohen Anforderungen verarbeitet. Und nicht nur das: Der 3D-Drucker soll im Container eingebaut auch als „Eyecatcher“ zu Messen und Festivals transportiert werden. Damit die Besucher vor Ort die Faszination Fertigung in 3D live erleben und verfolgen können, müssen die Produkte schnell entstehen – und zwar wesentlich schneller, als übliche Technologien es derzeit ermöglichen. Kurzum, es handelte sich um ein ehrgeiziges Projekt, das Colossus bei dem Maschinenbauer IMA in Auftrag gab.

Die recycelten Materialien verarbeitet man im Fused Granular Fabrication (FGF)-Verfahren. Dabei wird ein Kunststoff-Granulat in einem Extruder aufge-

schmolzen und das Endprodukt durch einen schichtweisen Auftrag erzeugt. Der Druckkopf des Extruders wird in dieser Anwendung in einem speziellen Linear-Portal im Raum bewegt.

### Große 3D-Objekte erfordern große Datenmengen

Die Berechnung der Verfahrdaten für das Linear-Portal erfolgt in zwei Schritten: Zunächst wird aus dem 3D-Modell des Endprodukts G-Code erzeugt. Die Steuerung verarbeitet den G-Code und berechnet so die Bewegung des Druckkopfs im Raum. Beide Rechenvorgänge erfordern hohe Prozessorleistung.

Dries Daniels, Project Engineer, Chris Briers, Senior Automation Engineer, und Thomas Voets, Hardware Engineer, alle von IMA, entwickelten ein XYZ-Portal



XYZ-Portal als Antrieb für den 3D-Drucker: Zahnriemen treiben die X- und Y-Achsen an, mit einem zusätzlichen Rechenvorgang werden die gewünschten X- und Y-Koordinaten für den korrekten Zahnriemenantrieb umgesetzt.

als Antrieb für den 3D-Drucker. Dabei treiben Zahnriemen die X- und Y-Achse an, sodass die Y-Achse keinen Motor erfordert. Ziel war das Einsparen von Gewicht, wiegt doch der Extruder allein bereits 70 kg. Nachteil allerdings: Um die korrekten X- und Y-Koordinaten in die entsprechenden Daten für den Zahnriemenantrieb umzusetzen, ist ein zusätzlicher Rechenvorgang erforderlich.

Das XYZ-Portal hängt seinerseits an vier Spindeln, die alle über einen eigenen Antrieb verfügen. Somit lässt sich die Druckfläche perfekt parallel zur Fläche der X- und Y-Achse halten.

#### **Vorteile der offenen Steuerungsplattform nutzen**

Für die Steuerung des Druckers fiel die Wahl auf PC-based Control als offene Plattform von Beckhoff. „Es war von Anfang an klar, dass wir diese Offenheit benötigten, damit alle Komponenten untereinander kommunizieren können“, bringt Chris Briers die Entscheidung auf den Punkt. Eine der Komponenten ist die Heizonenregelung des Extruders. Hierfür nutzt IMA das TwinCAT 3 Plastic

Processing Framework. Chris Briers erklärt dazu: „Der Extruder hat sechs Heizzonen mit 3-Punkt-Regelung. Jede Zone besitzt ein Heizband und einen Ventilator zur Kühlung. Für einen stabilen Prozess müssen diese exakt angesteuert werden. Um mit dem Drucken des Materials zu starten und zu stoppen, wird eine Verschlussdüse eingesetzt. Das ist ein motorisiertes Ventil, mit dem man den Durchfluss regeln kann. Die Bedienung dieses Ventils stellt eine Störgröße für den Temperaturregler dar, die passend ausgeregelt werden muss.“

Der Extruder arbeitet mit konstantem Massedurchsatz, d. h. die Bewegung des Druckkopfs muss abhängig von der Geometrie des Endprodukts geregelt werden. Die betreffenden Parameter muss der Benutzer selbst einstellen können.

#### **Bibliotheken für Extrusion und CNC vereinfachen Implementierung**

Die von IMA entwickelte Lösung basiert auf einem Ultra-Kompakt-Industrie-PC C6030 sowie – realisiert über Servoverstärker AX5000 – auf drei Doppel-

Stellantrieben und einem Einzel-Stellantrieb. Das Visualisierungsprogramm ist in .NET geschrieben, sodass sich das Visualisierungslayout einfach an die Wünsche des Kunden anpassen ließ.

Die Steuerungssoftware kann große Datenmengen im G-Code-Format einlesen und verarbeiten. TwinCAT CNC übernimmt dabei die Interpolation und die kinematische Transformation der virtuellen X- und Y-Achse zur A- und B-Achse des XYZ-Portals. Die Verarbeitung des G-Codes ist eine typische CNC-Funktionalität, die wie die Heizungsregelung des Extruders als Bibliothek in TwinCAT zur Verfügung steht. Dank dieser Bibliotheken kann man die Implementierung äußerst komplexer Aufgaben auf die Parametrierung verfügbarer Funktionen reduzieren. So erfolgt die Temperaturregelung des Extruders mit dem TwinCAT 3 Plastic Processing Framework (TF8540). Die Reglerparameter werden automatisch ermittelt (Autotuning). Mithilfe dieser optimalen Parameter ist schnelles Aufheizen bei geringem Überschwingen möglich.

Um die Temperaturen der einzelnen Zonen auszulesen sowie die Heiz- und Kühlelemente anzusteuern, wurde der Extruder mit IP-67-EtherCAT-Box-Modulen ausgerüstet. Für die Überwachung des Drucks im Extruder wird eine TwinSAFE-Klemme verwendet, um einen sicheren Ablauf zu gewährleisten.

Damit sich die Möglichkeiten und die Faszination des 3D-Drucks auf das Publikum optimal übertragen, gilt das verwendete Human Machine Interface (HMI) als besonders wichtige Komponente. IMA entschied sich als hierfür geeignete Hardware für das Multitouch-Control-Panel CP2912 mit 12-Zoll-Display.

### Imponierende Druckgeschwindigkeit

Der 3D-Drucker von Colossus gilt in jeder Hinsicht als ein Gerät der Superlative, das verblüffende Ergebnisse liefert. Durch das kreative Design ist es gelungen, den verfügbaren Platz in einem Container optimal zu nutzen. So lassen sich Produkte mit Abmessungen bis zu 2,72 x 1,25 x 1,5 m herstellen. Der Drucker beeindruckt mit einer Fertigungsleistung von bis zu 15 kg pro Stunde. Mit einer Düsengröße von 2 bis 8 mm lässt sich zudem eine ausreichend hohe Auflösung erzielen. Je nach gewünschtem Ergebnis sind die Produkte direkt verwendbar. Bei Bedarf können mit verschiedenen Nachbearbeitungsverfahren unterschiedliche Oberflächenqualitäten erzeugt werden.

Colossus präsentierte den ersten Drucker – im April 2018 ausgeliefert – auf verschiedenen Veranstaltungen und Messen. Der 3D-Gigant weckte bei den Besuchern großes Interesse für diese neue Form des Recyclings. So sollen künftig mehrere dieser Drucker unterschiedliche Produkte im industriellen Maßstab fertigen.

weitere Infos unter:

[www.madeinlimburg.be/bedrijven/colossus](http://www.madeinlimburg.be/bedrijven/colossus)

[www.machinebouw.be](http://www.machinebouw.be)

[www.beckhoff.be](http://www.beckhoff.be)



Der Blick in den Schaltschrank zeigt den Ultra-Kompakt-IPC C6030 und die angereicherten EtherCAT-Klemmen (Mitte rechts) sowie die Servoverstärker AX5000 (unten) und das 12-Zoll-Multitouch-Control-Panel CP2912 (links).

## Auf einen Blick

### Lösungen für die Kunststoffindustrie

- Extrudersteuerung für mobilen 3D-Drucker

### Kundenbenefit

- Steuerung verarbeitet große Datenmengen.
- Zusätzlicher Rechenvorgang erübrigt Motor für Y-Achse.

### PC-Control in der Anwendung

- PC-based Control bietet durch die Systemoffenheit alle Möglichkeiten für die Kommunikation unterschiedlichster Maschinenkomponenten.
- Ein Ultra-Kompakt-IPC C6030 ermöglicht die Verarbeitung großer Datenmengen.
- Das TwinCAT 3 Plastic Processing Framework (TF8540) bietet alle für die Extruderregelung notwendigen Funktionen.
- TwinCAT CNC übernimmt die Interpolation und kinematische Transformation der virtuellen X- und Y-Achsen zur A- und B-Achse des XYZ-Portals.
- Servoverstärker AX5000 sorgen für dynamische und präzise Bewegungen des Druckkopfes.