

Der Delta-Roboter greift jedes fertige Produkt „im Flug“ vom Band, das sich mit max. 2 m/s bewegt.

Kundenindividuelle Massenproduktion in der Fabrik der Zukunft

Highspeed-Fertigungslinie kombiniert 3-D-Drucken und Präzisionsbearbeitung

Die Entwicklung der additiven Fertigung verläuft rasant. Zu den wichtigsten Fortschritten in dieser Technologie gehört das 3-D-Drucken von Metallen. Zur Verstärkung dieses Trends entwickelt die Abteilung für Additive Manufacturing von TNO in Eindhoven derzeit „Hyproline“: Die „High Performance Production Line for Small Series Metal Parts“ ist eine integrierte Fertigungslinie, die Drucker und Module zur Oberflächenbearbeitung umfasst, um kleine Metallprodukte in verschiedenen Ausführungen nachzubearbeiten.

Bislang beschränkte sich das 3-D-Druckverfahren auf Stand-alone-Maschinen, die Produkte in kleinen Stückzahlen liefern, beispielsweise Prothesen oder auch Maschinenersatzteile, die nicht mehr standardmäßig produziert werden. Die Möglichkeit, Losgröße 1 zu produzieren, ist einer der großen Vorteile des 3-D-Druckens, der in Diskussionen über Smart Industry bzw. Industrie 4.0 häufig genannt wird.

Um der Nachfrage nach Mass Customization, d. h. dem Bedürfnis des modernen Konsumenten nach einem singulären Produkt zu einem bezahlbaren Preis, gerecht zu werden, bedarf es der Kombination einer enormen Produktvielfalt mit hohen Fertigungszahlen. Aus diesem Grund hat TNO, die Niederländische Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung, Hyproline entwickelt. Die Hochgeschwindigkeits-Fertigungslinie macht das 3-D-Drucken zum integralen Bestandteil und erhöht damit gleichermaßen den Produktions-

ausstoß sowie die Vielfalt und Qualität der Produkte. Das auf dem PrintValley-Konzept basierende „Hybrid Manufacturing“ erlaubt eine Kombination aus 3-D-Drucken und Präzisionsbearbeitung von hundert verschiedenen Produktvarianten mit Hochgeschwindigkeit.

Hyproline ist europäisches Forschungsprojekt

Den Argumenten zugunsten der Hyproline hat sich auch die Europäische Union angeschlossen und unterstützt das Forschungsvorhaben mit 4 Millionen Euro. (Hyproline wurde im Rahmen des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms, Fördervertrag Nr. 314685, finanziert.) Die TNO Eindhoven, Abteilung „Equipment for Additive Manufacturing“, ist einer der maßgeblichen Teilnehmer an diesem Projekt, an dem auch die Universität von Birmingham (Großbritannien), das Forschungszentrum Swerea (Schweden) sowie die Unternehmen CCM (Centre for Concepts in Mechatronics, Niederlande), Höganäs (Schweden) und ITI

TranscenData (Großbritannien) beteiligt sind. Frits Feenstra, Senior Project Manager, Frits Verhoeven, Research Engineer, und Herbert Fiedler, Entwickler Steuerung & Automatisierung von TNO arbeiten seit vier Jahren an der Realisierung der Hyproline und hoffen, das Projekt im Laufe des Jahres 2015 abschließen zu können. Frits Feenstra: „Mit der Hyproline stellen wir uns zwei Schwerpunkten: Erstens wollen wir die Produktion eines kompletten, individualisierten Metallproduktes deutlich beschleunigen, und zweitens wollen wir das 3-D-Drucken zum integralen Bestandteil einer kompletten Fertigungslinie machen.“ Obwohl die Metallprodukte derzeit noch nicht auf der Hyproline-Plattform selbst gefertigt werden, ist die Nachbearbeitung von 100 verschiedenen Metallteilen ein wichtiger Schritt in Richtung einer schnellen und qualitativ hochwertigen Produktion von 3-D-gedruckten Teilen.

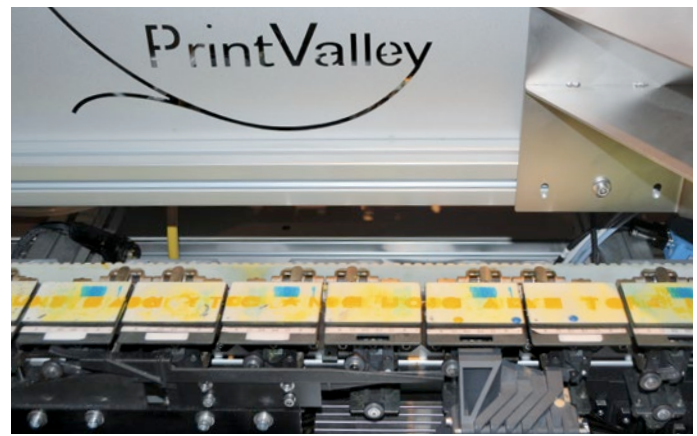
Ein Endlosband ist die Lösung

„Von der Vorstellung, dass 3-D-Drucken immer in Batches abläuft, muss man sich verabschieden“, sagt Frits Feenstra: „Natürlich arbeiten auch wir in aufeinander folgenden Schritten, wie es beim 3-D-Drucken üblich ist. Unser Ziel ist es jedoch, mehrere oder auch völlig unterschiedliche Produkte gleichzeitig zu fertigen. Die Lösung, die wir dafür entwickelt haben, heißt Hyproline und hat auf den ersten Blick viel von einer Spielzeugeisenbahn, die eine Runde nach der anderen dreht.“ In Wahrheit handelt es sich um ein Endlosband mit einer Gesamtlänge von 8 m, auf dem 100 Transportpaletten montiert sind. Das Band kann sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu 2 m/s bewegen und passiert dabei verschiedene Bearbeitungsstationen. Die einzelnen Bearbeitungsschritte werden von den über dem Band montierten Modulen ausgeführt: Die Module umfassen die Messung der Höhe (der Palette und der gedruckten Schichten), das 3-D-Scannen der Metallprodukte, die Laserbearbeitung (das Abtragen, Schleifen und Polieren), das Drucken selbst und schließlich die Blitzhärtung. In jeder Runde wird die Transportpalette auf die korrekte Höhe für die nächsten Bearbeitungsschritte gesetzt.

„Aufgrund der Länge des Bandes können wir viele Drucker und andere Module über dem Band montieren. Die gelieferten Teile werden aus Metallpulver (Titan, rostfreier Stahl 316L oder Kupfer) gedruckt, gefolgt von einem Sintervorgang“, erklärt Frits Verhoeven. Ein 3-D-Scanner stellt fest, wie groß die Rauigkeit des aufgetragenen Metalls ist; ist die Oberfläche zu rau, wird sie von einem Laserstrahl poliert. Die Bearbeitungsschritte werden so lange wiederholt, bis das Produkt fertiggestellt ist und vom Band genommen werden kann.

TNO schätzt die Systemoffenheit der Steuerung

Ein integrierter Delta-Roboter greift den Tray mit dem fertigen Produkt quasi „im Flug“ vom laufenden Band. „Unser Ziel ist eine Höchstgeschwindigkeit von 2 m/s, aber die derzeit realisierte Geschwindigkeit von 1,3 m/s ist auch schon eine beachtliche Leistung“, betont Herbert Fiedler. Die Steuerung des Roboters übernimmt ein Embedded-PC CX2020. Zwei weitere Controller steuern das Transportband sowie den Reinigungs- und Füllmechanismus der Druckköpfe. „Als durchgängige Software ist TwinCAT 3 im Einsatz“, so der Steuerungsentwickler: „Wir verwenden schon seit fünf Jahren Hard- und Softwarekomponenten von Beckhoff. Der wichtigste Grund dafür ist die Systemoffenheit, die es uns erlaubt, Steuerungen und Protokolle frei zu wählen. Auch ist die Steuerung, im Vergleich zu der vorher von uns benutzten, wesentlich wartungsfreundlicher. Offenheit und Wartung sind für uns wichtige Aspekte, unter anderem, weil wir in den neuen Linien unsere in der Vergangenheit entwickelten Maschinensteuerungen weiter verwenden möchten. Die Funktionalität programmieren wir mit TwinCAT in Kombination mit den AX5000 Servoverstärkern. Die Synchronisation des Roboters mit dem Füllmechanismus des Druckers erfolgt über die EtherCAT-Bridge-Klemme EL6692.“



Transportband mit Aufzug zur schnellen Höhenverstellung der Paletten



Das Team von TNO Eindhoven mit der Hyproline im Hintergrund: Frits Feenstra, Senior Project Manager, Frits Verhoeven, Research Engineer, und Herbert Fiedler, Entwickler Steuerung & Automatisierung (v.l.n.r.)

Integrierte Sicherheit

Die Maschinensicherheit der Hyproline wird durch die TwinSAFE-I/O-Module in Schutzart IP 20 und IP 67 erfüllt. „TwinSAFE beinhaltet, dass Maschinensicherheit und Maschinensteuerung über denselben Feldbus kommunizieren“, führt Herbert Fiedler aus. „Dadurch entfällt die externe Verdrahtung. Die Sicherheit der Servoverstärker AX5000 gewährleisten die Safety-Optionskarten AX5805. Die beiden Embedded-PCs CX2020 sind direkt mit den TwinSAFE-Logikklemmen EL6900 zur Steuerung der Sicherheitsfunktionen verbunden. Die Sensoren für die Überwachungsbildschirme und die Notstopps kommunizieren mit der Maschinensteuerung über acht TwinSAFE-IP-67-Module EP1908, die direkt an der Maschine montiert sind.“

Steigerung der Höchstgeschwindigkeit

„Mit der Hyproline können hundert Produkte gleichzeitig gedruckt und bearbeitet werden, die hinsichtlich ihrer Form völlig unterschiedlich sind“, sagt Senior Project Manager Frits Feenstra. Ausschlaggebend für ihre hohe Produktivität ist die Geschwindigkeit der Hyproline. Ziel des Entwicklerteams von TNO ist es, die Produktionskapazität auf ca. 10.000 Teile pro Tag zu steigern.

weitere Infos unter:

www.tno.nl/en

www.beckhoff.nl