

Edle Tropfen

LINEARWEGSENSOREN Im Freeformer von Arburg für die Fertigung von Einzelteilen und Kleinserien erfassen berührungslose Linearwegsensoren Li-Q25 von Turck die Bewegungen der Schnecke in den beiden Austragseinheiten und überzeugen durch ihre Genauigkeit sowie eine schnelle 5-kHz-Abtastrate.

PRODUKTIONSEFFIZIENZ – so lautet das Versprechen, das Kunden seit etlichen Jahren von Arburg, Loßburg, erwarten dürfen. Jeder Kunde bekommt nicht nur die Spritzgussmaschine seiner Wahl, das Unternehmen unterstützt ihn auch dabei, seine Kunststoff-Produktionsaufgabe möglichst effizient zu lösen. Das Angebot umfasst zudem Robot-Systeme, kundenspezifische Turnkey-Anlagen und andere Peripherie.

2013 hat Arburg in der Kunststoffwelt mit dem Freeformer für Aufsehen gesorgt: einer werkzeuglos auf Basis von Standardgranulaten arbeitenden additiven Fertigungslösung für Einzelteile und individualisierte Kleinserien.

Kunden, die Einzelteile oder nur wenige 100 Stück von einem Bauteil benötigten, standen bis dahin vor einem Problem: Für derart geringe

Losgrößen lohnt sich die Fertigung einer Spritzgussform kaum, denn legt man die Kosten auf das einzelne Bauteil um, steigt sein Preis ins Unwirtschäftliche.

3D-Druck für industrielle Anforderungen

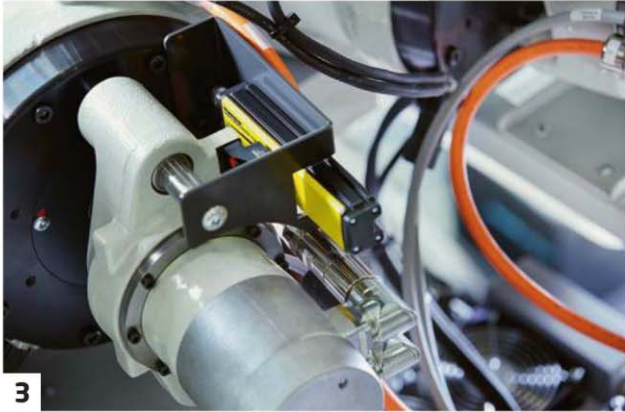
Bei einem der bislang üblichen Verfahren tragen 3D-Drucker einen Kunststoffstrang aus, der beim Druck nicht unterbrochen werden kann. Das schränkt die Freiheit der Bauteil-Geometrie ein. Arburg setzt das selbst entwickelte, weltweit einzigartige AKF (Arburg Kunststoff-Freiformen)-Verfahren ein. Dabei werden Bauteile ohne Werkzeug aus 3D-CAD-Daten einzeln Tropfen für Tropfen aus geschmolzenem Standardgranulat aufgebaut.

»Der Freeformer druckt nicht nur Prototypen- oder Anschauungsexemplare, sondern fertigt industriell einsetzbare Einzelteile und Kleinserien, die von der Stabilität, aber auch von der Bauteilgenauigkeit industriellen Anforderungen entsprechen«, erklärt Entwicklungsleiter Dr. Eberhard Duffner. Das gelingt der Maschine, indem Sie den Kunststoff je nach Düsendgröße in 200 bis 300 Mikrometer kleinen Tröpfchen aufträgt. Mit diesem Verfahren lassen sich auch komplexe Geometrien realisieren.

Die Arburg-Entwickler haben dem Freeformer ein weiteres Alleinstellungsmerkmal mitgegeben: Die Maschinen arbeiten mit herkömmlichen Kunststoffgranulaten: Polyamide (PA), Polycarbonate (PC), thermoplastische Elastomere (TPE) und Acrylnitril-Butadien-Styrole (ABS). Solche Standard-Kunststoffgranulate sind in der Anschaffung viel günstiger als bei herkömmlichen 3D-Druckern. Die Kunden haben diese Granulate in der Regel ohnehin auf Lager, wenn Sie Kunststoffteile produzieren.

Der Freeformer ist standardmäßig mit zwei Austragseinheiten ausgestattet und kann damit Materialien unterschiedlicher Farbe oder Eigenschaften in ein Bauteil drucken. So sind auch funktionale Teile möglich, die beispielsweise eine Hart-Weich-Verbindung haben. Beim AKF knüpfen die Tröpfchen in allen drei Dimensionen Verbindungen. Die so produzierten Bauteile sind besonders stabil und präzise. Beim Zugtest erreichen PC-Bauteile Werte um die 90 Prozent.

Um diese hohe Stabilität zu erreichen, müssen die Kunststofftröpfchen sehr klein und mit hoher Dichte ausgebracht werden. Damit die Produktionszeit aber trotz der kleinen Tröpfchengröße gering bleibt, werden in einer Sekunde 70 oder sogar 200 Tropfen ausgetragen – je nachdem, ob eine Bauteilkontur oder eine -füllung gedruckt wird, unterschiedlich schnell. Die Austragseinheit bleibt beim Druck starr. Stattdessen bewegt sich der Materialtisch darunter über drei Achsen auf wenige Mikrometer genau, um das Bauteil korrekt zu positionieren. Der



3

1 Das Design des Freeformers ist 2014 mit dem Red Dot Award ausgezeichnet worden.

2 Beim Druck bewegt sich der Materialtisch über drei Achsen auf wenige Mikrometer genau unter der starren Austrageinheit.

3 Turcks Li-Q25-Sensor erfüllt Arburgs hohe Anforderungen an Positioniergenauigkeit und Reproduzierbarkeit.

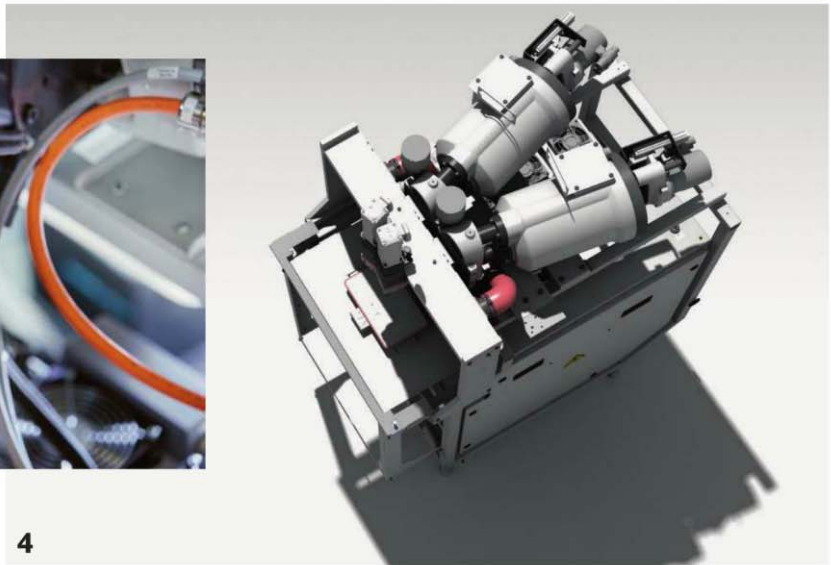
4 An den Enden der beiden Zylinder befinden sich die Li-Sensoren, um den Weg der Plastifizierschnecke zu erfassen.

Tisch muss im Takt der Ausbringeinheit sehr schnell über eine kurze Distanz exakt bewegt werden. »Wir haben vier Millisekunden Zeit, um den Tisch entsprechend zu positionieren«, erklärt Werner Faulhaber, Leiter der Abteilung Entwicklung Elektrotechnik bei Arburg, eine Herausforderung der Freeformer-Konstruktion.

Induktiver Linearwegsensor erfasst Schneckenbewegung

Den Takt und die Größe der Tröpfchen regelt eine Blende an der Spitze der Austrageinheit. Der plastifizierte Kunststoff wird mit einigen hundert Bar Druck vor die Blende gespannt. »Dieser Druck wird mit der Plastifizierschnecke erzeugt und geregelt. Um die Tröpfchengröße bezüglich Viskositätsschwankungen des aufgeschmolzenen Materials konstant zu halten, wird mit dem sich extrem langsam verändernden Schneckenweg, gemessen am Li-Sensor, ein Korrekturmodell gerechnet«, so Faulhaber.

Wären die Tröpfchen zu groß oder zu klein, würde das der Bauteilqualität schaden. Die Oberfläche des gedruckten Bauteils ist zwar nicht so glatt wie die eines spritzgegossenen Bauteils, allerdings sind die Tröpfchen sehr regelmäßig angeordnet, so dass die Abmessungen des späteren Bauteils exakt stimmen. Mög-



4

lich wird das unter anderem durch den induktiven Linearwegsensor Li-Q25 von Turck, der die Bewegung der Schnecke im Freeformer erfasst.

Li-Sensor überzeugt durch Genauigkeit und Linearität

»Wir arbeiten auf 25 Mikrometer genau. Der Li leistet dies über einen Weg von 500 Millimeter, ohne dass die Genauigkeit mit der Messlänge abnimmt. Diese Genauigkeit ist bei Sensoren mit Varan-Schnittstelle ein Alleinstellungsmerkmal. Die Positioniergenauigkeit und die Reproduzierbarkeit waren die entscheidenden Vorteile des Li«, begründet Faulhaber die Wahl des Sensors für die Plastifizierschnecke. Die Arburg GmbH setzt Li-Sensoren von Turck mit einer maximalen Abtastrate von 5 kHz übrigens auch in ihren Spritzgießmaschinen ein.

Obwohl die Sensoren dort auch an der Schnecke verwendet werden, sind die Anforderung anders gelagert: »Von der Performance her ist der Li an der Spritzgießmaschine eher belastet«, sagt Faulhaber. Die Geschwindigkeit der Signalausgabe ist beim Freeformer und der eher langsamen Bewegung der Schnecke unkritisch. »Hier war es aber wichtig«, so Faulhaber weiter, »dass wir die Abtastrate erfüllen, die die Servo-Achsen benötigen. Auch wenn die translatorische Bewegung der Schnecke selbst nicht sehr dynamisch ist, rufen wir den Wert sehr häufig ab. Der Freeformer ist komplett elektrisch angetrieben. Jede Achse – und das können bis zu dreizehn Servo-

Achsen sein – steuern wir über Echtzeit-Ethernet an. Wir hatten die Vision, die komplette Aktorik und einen maßgeblichen Teil der Sensorik über Echtzeit-Ethernet anzubinden«, beschreibt Faulhaber die Entscheidung für das Highspeed-Ethernet-Protokoll Varan. Damit war ein weiteres Kriterium bei der Auswahl des geeigneten Linearwegensors gesetzt. Arburg hat die Varan-Schnittstelle des Li 2012 für den Einsatz in elektrisch angetriebenen Spritzgussmaschinen mitentwickelt.

Echtzeit-Ethernet Varan steuert Aktorik und Sensorik

Von dieser Entwicklung konnte Arburg selbst im Freeformer nun erneut profitieren. »Wir haben den Vorteil, dass wir den Li-Sensor in dieser speziellen Ausführung so einfach einbinden kön-



»Die Positioniergenauigkeit und die Reproduzierbarkeit waren die entscheidenden Vorteile des Li.«

Werner Faulhaber, Arburg

nen wie einen unserer eigenen Aktoren oder Messsysteme«, sagt der Abteilungsleiter im Hinblick auf die Integration des Sensors in die Maschinensteuerung. Seine Steuerungen entwickelt Arburg für alle Maschinentypen selbst. Angesichts des rein elektrisch angetriebenen Freeformers war die hohe EMV-Stabilität ein weiterer Pluspunkt des Turck-Sensors.

www.turck.de