

3D-Druck mit ausgefeilter Dosiertechnik

Das Liquid Additive Manufacturing ist mittlerweile ein etabliertes 3D-Druck-Verfahren. Neue Möglichkeiten für die Anwender schafft die Kombination von innovativer Anlagentechnik mit kombinierbaren Druckmaterialien. In einem Druckvorgang können dadurch funktionale Bauteile im **MATERIALMIX** gefertigt werden.

Bild 1. 3D-Druck-Anlage mit mehreren Dosierköpfen zum Druck von Materialmix-Bauteilen



BRUNO AFFOLTER

Additive Fertigungsverfahren eröffnen bisher ungekannte konstruktive und gestalterische Möglichkeiten und haben sich industriell fest etabliert. Einen weiteren Entwicklungsschub erhält die gemeinhin als 3D-Druck bezeichnete Technik durch die Verwendung zusätzlicher Materialien sowie Materialkombinationen in einem Druckprozess. Auf diese Weise lassen sich funktionale Strukturen integrieren und somit komplexe Bauteile mit neuen Eigenschaftskombinationen in einem ressourcenschonenden Fertigungsprozess herstellen.

Speziell für den Druck von Flüssigmaterialien und Multimaterial-Designs hat das schweizerische Unternehmen Infotech nun eine voll automatisierte Anlage konzipiert. Dank paralleler Dosierköpfe können in einem Druckschritt unterschiedliche Materialien ver-

wendet werden. Die 3D-Druck-Anlage basiert auf dem Modell »IP-500 Desktop«, das in der Industrie bereits als Entwicklungsanlage zum Einsatz kommt.

> KONTAKT

HERSTELLER
INFOTECH AG
CH-4500 Solothurn
Tel. +41 32 626 86 00
sales@infotech.swiss
www.infotech.swiss

DELO Industrie Klebstoffe GmbH & Co. KGaA
D-86949 Windach
Tel. +49 8193 9900-0
info@delo.de
www.delo.de

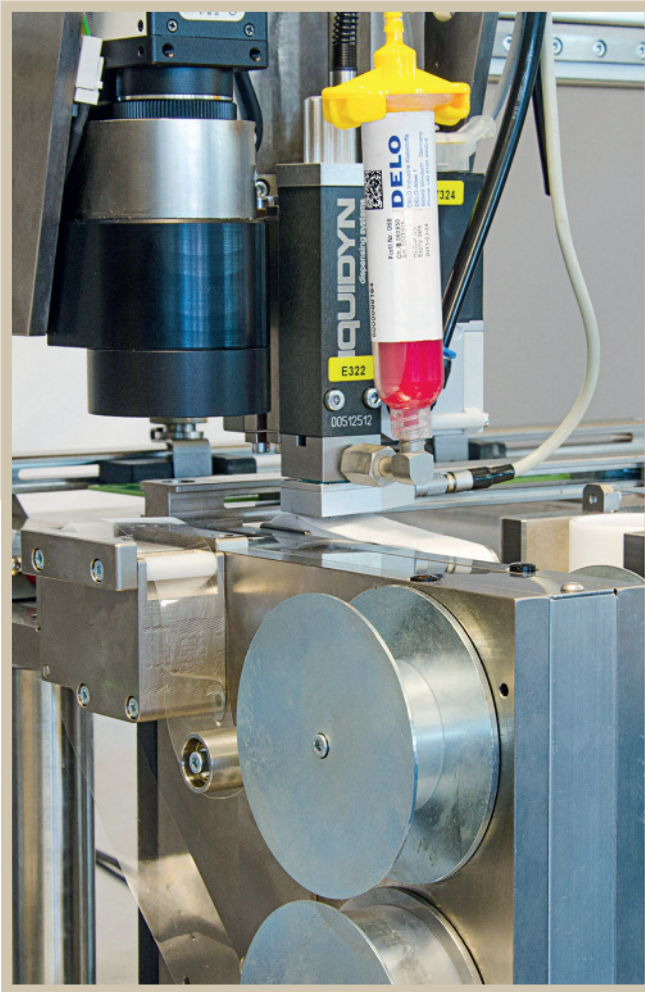


Bild 2. Die Einheit zur Kalibrierung der Dosierung kalibriert den Dosierpunkt und nicht die Nadel und ist damit deutlich präziser

Dank ihrer Integrierbarkeit in größere Dosierzellen wird die Anlage auch in der Fertigung verwendet. Das Besondere an der Anlagenkonstruktion ist ihre Mehrachsigkeit (**Bild 1**). Bis zu drei Dosierachsen können parallel genutzt werden. Jede Achse lässt sich zudem mit einer anderen Ventiltechnik ausstatten.

Damit die verschiedenen Dosierventile schnell und unkompliziert ausgetauscht werden können, steht eine Universalschnittstelle zur Verfügung. Je nach den Eigenschaften der Dosiermedien und den zu dosierenden Strukturen finden Jetventile, Druck-Zeit-Ventile oder Schneckendosiersysteme Verwendung. Sehr feine Strukturen mit Wandstärken von 250 µm und weniger lassen sich mit speziellen Mikrodosierventilen erreichen. Die Segmentierung der Struktur und die Zuweisung an die einzelnen Dosierventile ist im STL-Modell hinterlegt und wird von der Slicer-Software korrekt im Dosierpattern umgesetzt.

Paralleles Drucken von bis zu drei Materialien

Der Druckprozess ist mit Freiformverfahren wie der Materialeextrusion von Pasten oder dem Material-Jetting vergleichbar. Durch die drei Dosierachsen können drei unterschiedliche Materialien parallel für die Fertigung eines Bauteils eingesetzt werden. Die Dosierung der flüssigen Materialien erfolgt bei

Raumtemperatur. Ein Aufwärmen des Bauteils oder Materials ist nicht notwendig. Das ist im Vergleich zu anderen Verfahren wie dem Filamentdruck ein Vorteil, da es den Prozess vereinfacht und zusätzlich für Energieeinsparungen sorgt.

Eine am Roboterkopf montierte UV-Einheit des Unternehmens Delo aus Windach härtet das applizierte Material innerhalb von Sekunden aus. In der Software kann dabei festgelegt werden, ob die Aushärtung nach jeder einzelnen Schicht oder nach einer definierten Anzahl an Schichten erfolgen soll. Die effektiv aufgetragenen Schichtdicken

werden mit einer berührungslosen Höhenmessung ermittelt. Damit lässt sich bei Bedarf der Arbeitsabstand der Dosiereinheiten dynamisch korrigieren.

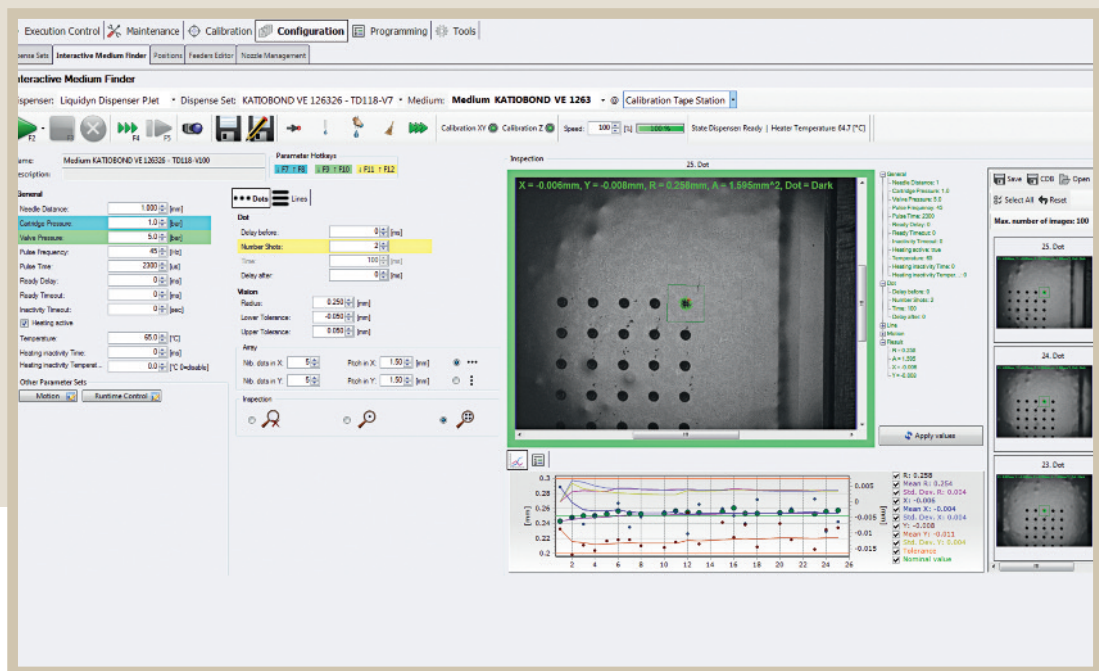
Steuerung und Regelung der Achsbewegungen

Höchste Dosiergenauigkeit erreicht die Anlage durch eine integrierte Echtzeitsteuerung. Die Portalachsen sind mit Linearmotoren und -encodern ausgestattet. Die Wiederholgenauigkeit ist mit 10 µm bei 3 Sigma spezifiziert, und die Auflösung der Hauptachsen beträgt 0,2 µm. Beim Anfahren an eine definierte Position ist entscheidend, dass die Achsbewegung permanent mit einem geschlossenen Regelkreis kontrolliert wird. Synchronisierte Achsbewegungen sind für die additive Fertigung unabdingbar und mit dem eingesetzten Steuerungskonzept möglich.

Kalibrierung des Dosiersystems

Zum exakten Erkennen der Dosierposition sowie zum Kalibrieren des Dosiersystems dient eine am Roboterkopf mitfahrende Kamera. Bei der X- und Y-Offset-Kalibrierung wird nicht die Nadel beziehungsweise die Düse kalibriert, sondern der dosierte Punkt (**Bild 2**). Bei sehr präzisen Anwendungen besteht die Möglichkeit, mehrere Punkte auf eine transparente

Bild 3. Während des Dosierens können Änderungen in der Software vorgenommen werden, bis die optimalen Parameter gefunden sind



Folie zu dosieren. Der X- und Y-Offset wird durch statistische Filter anhand der Punktpositionen berechnet. Je nach Anforderung an die jeweilige Anwendung stehen dem Bildverarbeitungssystem verschiedene Beleuchtungen, Blickfeldgrößen und Bildauflösungen zur Verfügung.

Maßnahmen zur Prozessüberwachung

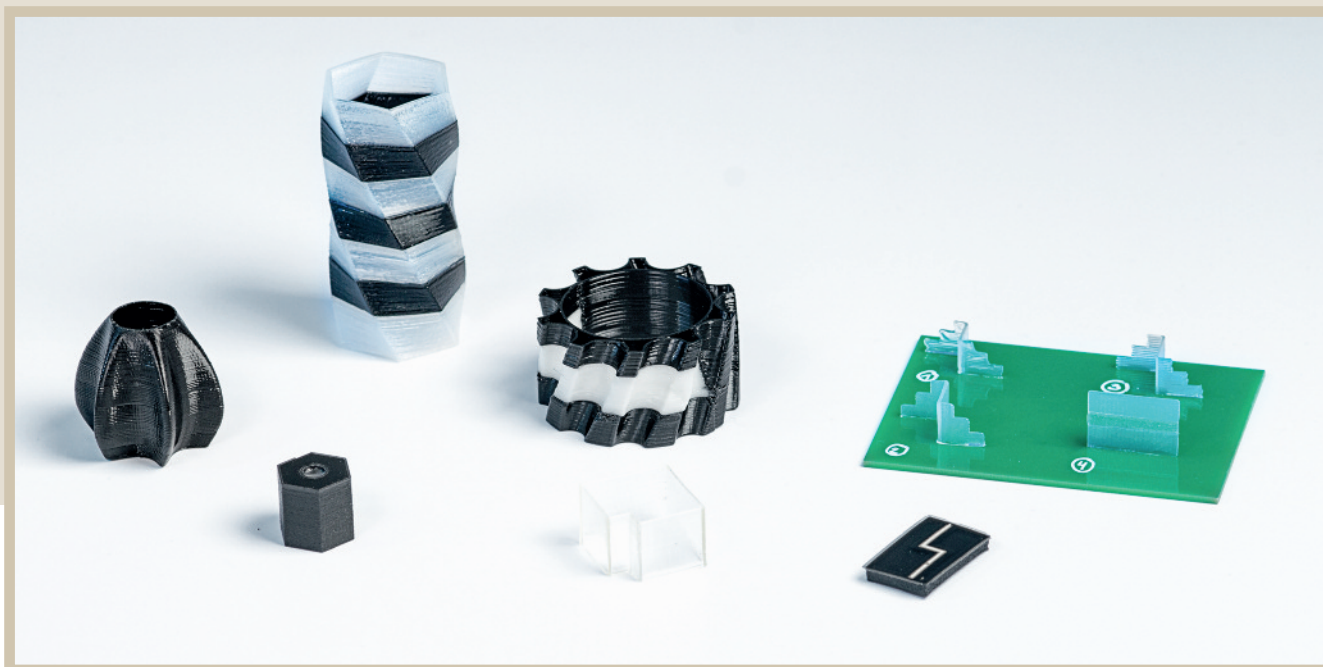
Damit ein angefangener Druckauftrag nicht aufgrund von Prozessschwankungen abgebrochen wird, gewährleisten verschiedene Werkzeuge die Prozesssicherheit. So weisen sowohl Hard- als auch Software der Anlage Funktionen zur Prozessüberwachung auf. Auch das Dosierresultat lässt sich unter anderem durch eine Überprüfung der Punkt-beziehungsweise Liniengröße bestimmen. Die Resultate können als Log-file gespeichert oder mit einer Traceability-Software weiterverarbeitet werden. Die Anbindung an einen Linienrechner steht als Option zur Verfügung.

Der »Interactive Media Finder« ist vor allem für die Prozessentwicklung ein zeitsparender, effizienter und intuitiv zu bedienender Helfer. Während des Live-Dosierens können Parameter verändert werden, was sich unmittelbar auf das Dosierergebnis auswirkt und beobachtet beziehungsweise gemessen werden kann. Sobald die optimalen Parameter gefunden sind, können diese per Mausklick in der Datenbank gespeichert und in Anwendungsprogrammen abgerufen werden (**Bild 3**).

Zudem besteht die Möglichkeit einer Viskositätskompensation. Dies geschieht anhand der gemessenen Dosierresultate wie Tropfendurchmesser oder Gewicht des Materials,

Bild 4. Die Prozesskontrollwaage ermittelt weitere Prozessdaten





das auf eine integrierte Analysewaage dosiert wird (**Bild 4**). Die entsprechenden Dosierparameter werden daraufhin automatisch angepasst. In der Regel kann im Dosier-Set zwischen zwei verschiedenen Dosierparametern ausgewählt werden. Das kann bei einem elektropneumatischen Jetventil beispielsweise der Kartuschen-Druck oder die Öffnungszeit sein. Die Viskositätskompensation stellt einen Ausgleich der chemisch bedingten Viskositätsschwankungen von Druckmaterialien sicher und sorgt somit ebenfalls für ein präzises Druckergebnis.

Reinigung des Dosierequipments

Die Reinigung der Dosiernadeln oder Dosierdüsen erfolgt vollautomatisch im Programm, je nach Bedarf nach einer gewünschten Anzahl von Zyklen, Bauteilen oder nach einer definierten Zeitspanne. Die periodische Reinigung des gesamten Dosiersystems ist ein wichtiger Aspekt für präzises und wiederholbares Dosieren. Falls erforderlich, wird die X-, Y- und Z-Offset-Kalibrierung automatisch im Fertigungsprozess durchgeführt.

Materialien – funktional und kombinierbar

Bei den Materialien, mit denen sich auf der Anlage Materialmix-Bauteile fertigen lassen, handelt es sich um spezielle, fotoinitiert härtende und dualhärtende Epoxidharze von Delo. Im ausgehärteten Zustand sind sie mit Hochleistungskunststoffen wie Polyamid und PEEK vergleichbar. Durch ihre hohe Temperaturfestigkeit und Medienbeständigkeit eignen sie sich besonders für den Einsatz in der Mikro- und Automobilelektronik.

Die Materialien bringen je nach Anwendung physikalische Eigenschaften wie Flexibilität, Transparenz

oder Leitfähigkeit mit. Zudem lassen sie sich sehr gut miteinander kombinieren. Dadurch können funktionale Bauteile realisiert werden, die zum Beispiel flexible und harte Bereiche aufweisen oder in denen transparente oder leitfähige Bereiche integriert sind (**Bild 5**). Das ist möglich, da die verschiedenen Druckmaterialien eine ähnliche chemische Basis haben und sich die lamellar aufgetragenen Schichten chemisch vernetzen. So entstehen homogene Festigkeiten sowohl innerhalb des Materials als auch unter den verschiedenen Materialien.

Zum Aufbauen komplexer Geometrien mit Hinterschnidungen oder Hohlräumen kommt zusätzlich ein Stützmaterial zum Einsatz, das sich vor der finalen Aushärtung innerhalb weniger Minuten mit Wasser herauslösen lässt. Sowohl die verschiedenen Druckmaterialien als auch das Stützmaterial können präzise auf der dreiachsigen 3D-Druck-Anlage verarbeitet werden.

Zusammenspiel aus Anlagentechnik und Druckmaterialien

Für einen reibungslosen Druckprozess ist ein abgestimmtes Zusammenspiel von Anlagentechnik und Materialien entscheidend. Mit der Systemlösung von Infotech und Delo haben Anwender nun die Möglichkeit, in einem Druckvorgang Materialmix-Bauteile mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaftsbereichen zu fertigen. Die kompakte und modulare Bauweise der Anlage gibt Anwendern dabei eine große Flexibilität, da sie sowohl auf kleinstem Raum eingesetzt werden kann als auch in bestehende Fertigungsanlagen integrierbar ist. ■

AUTOR

BRUNO AFFOLTER ist Vertriebsleiter bei INFOTECH in Solothurn/Schweiz; bruno.affolter@infotech.swiss

Bild 5. Aus Delo-Materialien gefertigte funktionale Bauteile, zum Beispiel flexible und harte Bereichen oder mit integrierten optischen Eigenschaften