

PLASTVERARBEITER

SONDERDRUCK

von Hofmann - Ihr Impulsgeber, Lichtenfels aus PLASTVERARBEITER 03/2021

TRENDS IM WERKZEUG- UND FORMENBAU S. 12

Nicht nur Einsätze, auch Werkzeuge drucken



Bilder: Hofmann; Zfoto - stock.adobe.com

MARKTTREND
Manufacturing Execution
Systems (MES)
22

Additive Fertigung im Werkzeugbau

Die Dichte passend drucken

Durch die **additive Fertigung** ergeben sich im **Werkzeugbau** vollkommen **neue Möglichkeiten, Vorteile und Synergien**. In Spritzgusswerkzeugen können **Hot-Spots gezielt eliminiert**

oder **Kavitäten oberflächennah gekühlt** werden. Sie ermöglicht die **vari- otherme Produktion von Faserverbundbauteilen**, sodass die Prozesse wirtschaftlich werden. Außerdem ver-

setzt das Verfahren einen oberfränkischen Werkzeugbauer in die Lage, den **Formenbau** zum Herstellen von **Partikelschaumbauteilen neu zu gestalten**.

Zum 20. Mal jährt sich in diesem Jahr die Präsentation des weltweit ersten industriellen 3D-Metalldruckers auf der Euromold in Frankfurt. Die Methode, Schicht für Schicht aus 3D-CAD-Daten durch einen lokalen Schmelzprozess Bauteile herzustellen, wurde vom Markt zunächst zurückhaltend aufgenommen. Doch die anfängliche Skepsis gegenüber dem pulverbettbasierten Laserschmelzen von Metallen hat sich gelegt, nachdem die Möglichkeiten – werkzeuglos, hochkomplexe Bauteile wirtschaftlich auch in kleinen Losgrößen herzustellen – realisiert worden waren.

Von Anfang an hat der Werkzeugbau Siegfried Hofmann mit Sitz in Lichtenfels das Potential der Technologie erkannt. „Bei einem der ersten Werkzeuge, bei dem ein gedruckter Einsatz verwendet wurde, konnte die Kühlzeit des Griffbereichs erheblich verkürzt werden, sodass diese nicht mehr die Zykluszeit des Bauteils dominierte“, sagt Jonas Beck, Vertrieb und Geschäftsentwicklung 3D-Druck beim Werkzeugbauer. „Wir setzen die Technik heute dort ein, wo wir für die Serienproduktion der Bauteile Vorteile sehen. Für uns ist das Verfahren alltäglich geworden. Manche Kunststoffverarbeiter, für die die Technik nicht alltäglich ist, sind durchaus skeptisch. Die, die diese bereits kennen, möchten die Vorteile nicht mehr missen.“

Denn durch additiv gefertigte Einsätze wird die aktive Temperierung schmäler und tiefer Rippen erst möglich. Bei komplizierten Bauteilen sowie Werkstücken mit zahlreichen Rippen und Eingriffen kommt der Vorteil des Verfahrens richtig zum Tragen. Ebenso bei Werkstücken mit beträchtlichen Hot-Spots oder einem sehr schwer zugänglichen zu kühlenden Bereich. Außerdem werden gedruckte Formeinsätze auch zur Verbesserung der Oberflächenqualität eingesetzt. So konnte beispielsweise der benötigte Glanzgrad einer Lip-

penstifthülse erst durch eine oberflächennahe Temperierung erzielt werden. Diese Werkzeuge werden bei Hofmann seit- her mit Cusing-Einsätzen, auch bei 8- oder 12-fach Formen, hergestellt. Kritische Bereiche am Bauteil erkennen die Mitarbeiter durch ihre langjährige Erfahrung meist anhand der Zeichnung oder der Moldflow-Analyse. „Bei besonders heiklen Geometrien arbeiten wir zusätzlich mit CFD-Software (Computational Fluid Dynamics), um die Strömungsverhältnisse in den Kühlkanälen abbilden zu können“, führt Beck aus. Die Berechnungen zeigen dem Konstrukteur beispielsweise, ob das Kühlmedium kontinuierlich fließt, ob alle entscheidenden Werkzeugbereiche erfasst werden, und wie gleichmäßig die Oberflächentemperatur ist.

Familiäres Zusammenarbeiten

Das Werkzeugbauunternehmen hat keine eigenen Lasercusing-Systeme, sondern greift auf die Anlagen der ebenfalls in Lichtenfels ansässigen Schwesterfirma Robert Hofmann zurück. Deren Schwerpunkt liegt auf dem Prototypenbau sowie auf dem Fertigen von Kleinserien mit 3D-Druck oder im Spritzguss. Nach Konstruktion und Auslegen der Einsätze werden diese in unmittelbarer Nachbarschaft gedruckt, bevor die Nacharbeit im eigenen Haus erfolgt.

Mit der Technologie des selektiven Laserschmelzens können hinsichtlich

Metallart und Körnung unterschiedliche Pulver eingesetzt werden. Diese bestimmen die Eigenschaften der daraus hergestellten Komponenten. „Die Kühleinsätze für Spritzgusswerkzeuge fertigen wir aus Pulver, dessen Qualität der von Werkzeugstahl entspricht. Für Anwendungen im Faserverbundbereich und die Partikelschaumverarbeitung kommen Edelstähle zum Einsatz“, erläutert Beck. Ist der gedruckte Formeinsatz an der Formgebung beteiligt, so muss dieser



Web-Tipp

- ▶ EPP-Bauteile in Dünnwand-technik
- ▶ Ressourcen sparen beim Partikelschaumverarbeiten
- ▶ Short-URL:

www.plastverarbeiter.de/49799



Durch das Verwenden von additiv gefertigten Einsätzen im Werkzeugbau werden konturnahe Temperierungen möglich.

im Bereich der Kavität bearbeitet werden, um eine gleichmäßige Oberflächengüte am Bauteil sicherzustellen. Die Dichte der gedruckten Einsätze ist mit der des umgebenden Werkzeugstahls vergleichbar. „Die Druckparameter, wie Geschwindigkeit und Schichtstärke, nehmen hier großen Einfluss“, sagt Jonas Beck.

Variotherme Faserverbundverarbeitung

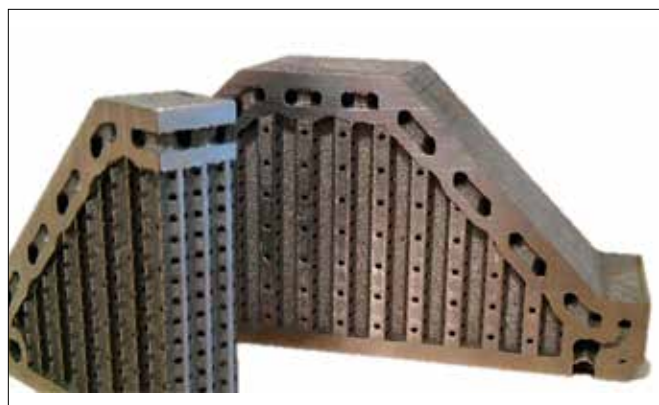
Komplexe Kanalstrukturen von Parallel- und Netzkühlungen können mechanisch nur aufwendig bis gar nicht gefertigt werden.

► In dieses Werkzeug wurde mit 550 x 200 mm der größte Einsatz, den wir bisher gedruckt haben, integriert.

Jonas Beck, Vertrieb und Geschäftsentwicklung 3D-Druck

Netzkühlungen setzt der Werkzeugbauer beispielsweise in Faserverbundwerkzeugen ein, denn mit diesem Kühlsystem kann aufgrund der großen Oberfläche dieses Systems schnell Temperatur in und wieder aus dem Werkzeug gebracht werden. Bei diesem variothermen Prozess wird das Werkzeug von Entformungstemperatur mit 10 K/s über die Schmelztemperatur des Organoblechs von bis zu 280 °C aufgeheizt und anschließend mit dem Bauteil und hoher Kühlrate abgekühlt. Da hier der Prozessdruck verglichen mit dem Spritzgussprozess relativ niedrig ist, können die Kühlkanäle bis auf 2 mm an die Werkzeugoberfläche herangeführt werden. Durch filigrane Stützstrukturen hinter diesen Kanälen wird die dynamische Masse dieser Einsätze, die aufgeheizt wird und wieder abgekühlt werden muss, erheblich verringert. In Simulationen wurde bestimmt, wie filigran die Stützstrukturen sein können, um die Kavität unter Druck sehr gut abzustützen.

In dem vom BMBF geförderten Forschungsprojekt Bauweisen- und Prozessentwicklung für funktionalisierte Mehrkomponentenstrukturen mit komplex geformten Hohlprofilen (FuPro) (Förderkennzeichen 02P14Z040 – 02P14Z049)



▲ Ausschnitt eines Kühleinsatzes einer Netzkühlung. Durch die größeren Bohrungen fließt das Temperiermedium, bei den Stegen im Trapezinneren handelt es sich um reine Stützstrukturen.

haben 12 Industrieunternehmen und 2 Forschungsinstitute zusammengearbeitet. Die beteiligten Projektpartner bildeten die Prozesskette von der Faser über die Halbzeugherstellung, das Preforming und Konsolidierung des Hohlprofils bis hin zum Spritzguss ab. Kernelement eines Teilprojektes im Forschungsvorhaben war ein variothermes Werkzeug mit gedruckten Formeinsätzen, das den hohen Ansprüchen, die an automobiler Anwendungen gestellt werden, standhält. „In dieses Werkzeug wurde mit 550 x 200 mm der größte Einsatz, den wir bisher gedruckt haben, integriert“, berichtet Beck. Die zuvor beschriebenen Prozessschritte – Einlegen, Aufheizen, Umformen, Abkühlen, Entformen – konnten aufgrund der Fachkenntnisse der beteiligten Unternehmen hinsichtlich Großserientauglichkeit optimiert werden, sodass am Ende eine hochkomplexe Rückenlehnenstruktur innerhalb von Minuten hergestellt werden konnte.

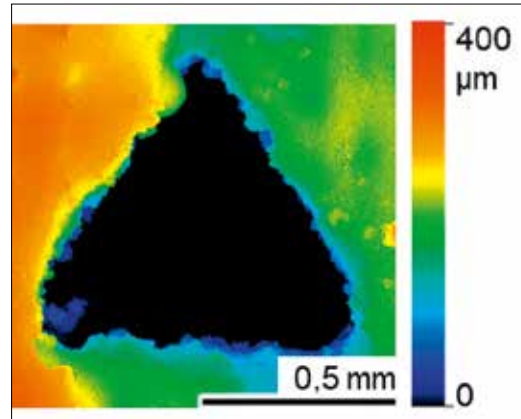
Parallelkühlungen werden immer dann verwendet, wenn zahlreiche parallele Stege oder Rippen gekühlt werden müssen. Würde lediglich mit einer konventionell gefertigten Kühlbohrung gearbeitet, so müsste das Wasser mit hoher Geschwindigkeit/Druck durch den Kanal geschickt werden, um eine angemessene Kühlleistung zu erzielen.

Entlüften bitte!

Durch gedruckte Kanäle kann jedoch nicht nur gezielt Temperierflüssigkeit geleitet werden, sondern auch Luft. „Über ein zusätzliches Kanalsystem können Luftausstoßer betätigt werden oder beim Einsatz von Vakuum kann in bestimmten Bereichen beispielsweise eine Folie gehalten werden“, sagt Beck. „Weitere Überlegungen und Versuchsreihen gehen dahin, das Kanalsystem zur Werkzeugentlüftung einzusetzen. Denn die Fertigungstechnologie ermöglicht es, eine Art Membran zu drucken, durch die die Luft entweichen kann, die Schmelze jedoch zurückgehalten wird.“ Getestet



▲ Die Netzkühlung 2 mm unterhalb der Werkzeugoberfläche ermöglicht das variotherme Temperieren von großen Werkzeugflächen, bei der Verarbeitung von Organoblechen.



◀ Links: Das selektive Lasersintern ermöglicht die Dampfdüsen frei in Position und Form in der Kavität zu platzieren sowie die gewünschte Oberflächenstruktur im gleichen Fertigungsschritt herzustellen. Rechts: Versuche zeigten, dass durch dreieckige Düsen 65 % mehr Dampf in die Kavität geleitet werden kann, ohne dass sich die Düsen stärker auf dem Bauteil abbilden.

wurden auch schon elastische Einsätze. Diese verhindern beispielsweise an kritischen Konturstellen das Überspritzen und somit Gratbildung.

Die Einsätze sind meist Hybridbauteile mit einem spannend hergestellten Unterbau, auf den dann die additiven Strukturen aufgedruckt werden. „Aus wirtschaftlichen Gründen fertigen wir nur die Teile additiv, die konventionell durch Fräsen und Bohren nicht hergestellt werden können“, berichtet Bastian Wild, Leiter Marketing und Kommunikation. „Die Oberfläche des Unterbaus, auf die die

Struktur gedruckt wird, muss absolut plan sein, um die geforderten Genauigkeiten zu erzielen.“

Keine Schaumschlägerei

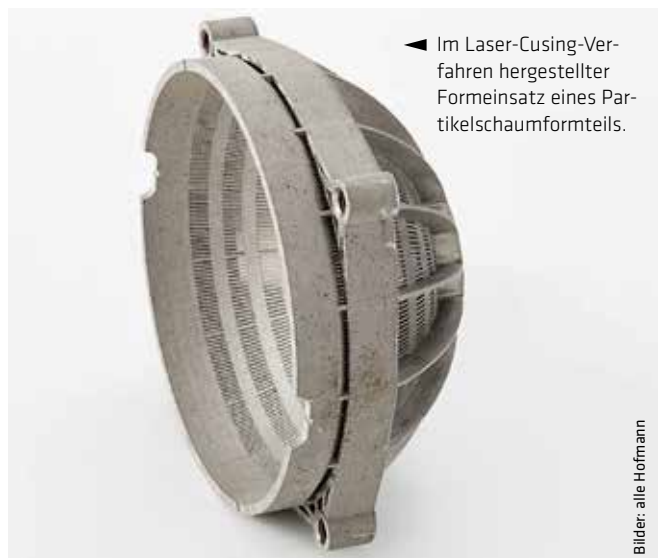
Ein weiteres Kunststoff-Verarbeitungsverfahren, bei dem das additive Fertigen von Kavitäten Fahrt aufnimmt, ist das Partikelschäumen. Bei diesem Verarbeitungsprozess werden große Mengen Dampf, um die Schaumperlen zu Verschweißen, und Wasser benötigt, um das Werkzeug auf Entformtemperatur zu kühlen. Die Standardwerkzeuge sind aus

HOFMANN
IHR IMPULSGEBER

WELTNEUHEIT

Die **BEAD.MACHINE** ist der Impuls für **Leichtbau** in der **Kunststoffverarbeitung**

Alle Informationen auf unserer Website:
www.hofmann-impulsgeber.de/beadmachine



◀ Im Laser-Cusing-Verfahren hergestellter Formeinsatz eines Partikelschaumformteils.

Bilder: alle Hofmann

Aluminium hergestellt und über Düsen wird das Arbeitsmedium Dampf von der Dampfkammer in die Kavität gedrückt. Aufgrund der Kavitätenwandstärke von bis zu 20 mm und der damit einhergehenden großen aufzuheizenden Werkzeugmasse, gehen rund 90 % der Energie in Werkzeug und Anlagenperipherie verloren und lediglich eine vergleichsweise kleine Menge Dampf kommt beim Bauteil in der Kavität an und sorgt für das Verschweißen der Perlen.

Die konventionellen Dampfdüsen werden in benötigter Anzahl über das Bauteil verteilt, damit das Verschweißen der Perlen gleichmäßig erfolgt. In jedem Fall zeichnen sich die Durchlassbohrungen an der Werkstückoberfläche ab, was je nach Verwendung des Bauteils unerwünscht ist. Hier kann der 3D-Druck seine Vorzüge vollumfänglich ausspielen. Beim Drucken der Formeinsätze kann die Position, Anzahl und die Geometrie der Dampfdüsen frei gewählt werden. Dadurch ist es möglich, den Dampf bedarfsgerecht in das Bauteil einzubringen, und Strömungsverluste werden vermieden. „Versuche mit einem Verarbeiter zum Ermitteln der optimalen Dampfdüsengeometrie haben gezeigt, dass beispielsweise über eine dreieckige Geometrie mehr Dampf eingeleitet werden kann, als mit einer runden“, erklärt Jonas Beck. „Ebenso können die Düsen, da sie beliebig platziert werden können, als Designelemente dienen.“ Wichtige Erkenntnisse hierzu konnten unter anderem beim vom BMWi geförderten Forschungsprojekt „LaEPPFo“ (Laserraditiv hergestelltes EPP Formwerkzeug) gewonnen werden.

Da die Produkte aus expandierbarem Polypropylen (EPP) ihr Schatten- und Nischendasein hinter sich gelassen haben, und immer häufiger in Form von beispielsweise Faszirollen, Kühlboxen und Verkleidungselementen in die Hände der Verbraucher gelangen, ist deren Oberfläche bedeutender geworden. „Bisher wurden Oberflächenstrukturen in einem Nachbearbeitungsschritt zum Beispiel durch Lasertexturieren in die Oberflächen der Aluminiumwerk-

zeuge eingebracht“, so Beck. „Mit dem 3D-Druck ist es nun möglich, die Strukturen beim Herstellen der Kavität mit zu erzeugen und die Dampfaustrittsöffnungen darin zu integrieren.“

Enormes Einsparpotential

Diese Formeinsätze werden aus Edelstahl gedruckt, da diese Pulver in feineren Körnungen erhältlich sind als Aluminiumpulver. Dadurch können die filigranen Strukturen hergestellt werden. Außerdem ist die erzielte Festigkeit höher als bei Aluminium, sodass Wandstärken von 1 bis 1,5 mm möglich sind. Der Markt hat die Vorteile der gedruckten Formeinsätze erkannt und nutzt diese immer mehr, obwohl diese deutlich teurer sind als die konventionell hergestellten. Denn die Hersteller von Partikelschaum-Produkten wollen ihre Bauteile durch Optik und Haptik voneinander abgrenzen und die Oberfläche des Leichtbauwerkstoffs attraktiver gestalten.

Doch mit dem additiven Formeinsatz gab sich der Werkzeugbauer noch nicht zufrieden und ging den nächsten Schritt: Das Drucken der zugehörigen Dampfkammer. „Das Werkzeug für einen 120 mm x 50 mm x 45 mm großen Griff wiegt nur noch rund 6 kg und besitzt Abmessungen von 300 mm x 120 mm x 120 mm. Die interne Gitterstruktur der Werkzeuge ist sowohl strukturmechanisch als auch fluid- und dampfströmungstechnisch optimal ausgelegt“, beschreibt Beck. „Bei dieser internen Medienführung ist das dynamisch beheizte Werkzeuggewicht um rund 95 Prozent geringer und die theoretisch vom Werkzeug benötigte Energiemenge um rund 97 Prozent reduziert. Weiterhin haben die Versuche mit unserem Partner ergeben, dass die Zykluszeit um 45 Prozent geringer ist.“ Die Dampfkammer ist der Geometrie des Bauteils nachgeführt und ist in diesem Beispiel rund 20 mm dick. Zwischen Kavität und Außenfläche befindet sich eine speziell ausgelegte Stützstruktur, die zum einen die Fluide in alle Richtungen gleich verteilt und zum anderen die mechanischen Eigenschaften zum Abstützen der Kavität besitzt.

Jonas Beck erklärt, dass die Versuche eine Limitierung der bestehenden Schäumautomaten nach unten gezeigt haben. Denn der Partikelschaumverarbeiter konnte die Ventile für die Dampf- und Wasserzufuhr nicht so weit schließen, um die tatsächlich benötigten Minimalmengen zuzuführen. Somit gehen die Entwicklungen für ein nachhaltiges Partikelschaumverarbeiten weiter. ■

Autorin

Simone Fischer

ist Redakteurin Plastverarbeiter.
simone.fischer@huethig.de

Kontakt

► Hofmann, Lichtenfels
info@hofmann-impulsgeber.de