

Prototypen im Serienverfahren

Boy nutzt den 3D-Druck nicht für Bauteile, sondern für Spritzgießwerkzeuge und stößt damit auf enorme Resonanz.

von Günter Kögel

Während alle Welt von 3D-gedruckten Bauteilen schwärmt, hat der Spritzgießmaschinenhersteller Boy seinen eigenen, ganz anderen Weg eingeschlagen. Statt jedes Bauteil einzeln mit einem 3D-Drucker herzustellen, hat Boy gemeinsam mit Stratasys ein Verfahren zur Marktreife entwickelt, mit dem sich Werkzeugeinsätze für Spritzgießmaschinen mittels 3D-Druck aus Kunststoff herstellen lassen. Damit können Prototypen und Vorserien künftiger Spritzgießteile nicht nur mit dem Serienwerkstoff, sondern auch im Serienverfahren in kürzester Zeit hergestellt werden.

Von der Resonanz auf dieses Konzept wurde das mittelständische Familienunternehmen regelrecht überrollt: So waren Anfang April über 250 Teilnehmer zum 3D-Infotag nach Neustadt-Fernthal gekommen, um sich vor Ort über das Verfahren zu informieren – das sind deutlich mehr Personen als Boy Mitarbeiter hat. Anschließend wurden weitere 3D-Veranstaltungen durchgeführt.

Der stellvertretende Boy-Geschäftsführer Klaus Geimer erinnert sich noch gut an die Zeit nach der ersten Vorstellung des Verfahrens auf der NPE 2015 in Orlando: „Fast alle Anfragen nach der Messe betrafen das Arbeiten mit gedruckten Werkzeugeinsätzen – darunter auch Anfragen aus der Automobilindustrie. Für die ist das Verfahren sehr interessant, denn es lassen sich sehr schnell seriennahe Prototypen oder Vorserienteile herstellen, die auch in ihrem Verhalten den künftigen Spritzgussteilen sehr nahe kommen und mit denen man realistische Tests durchführen kann.“

Den Grund erklärt Michael Kleinebrahm, Leiter Anwendungstechnik bei Boy: „Selbst wenn 3D-Drucker ein Material verarbeiten, das dem künftigen Serienwerkstoff entspricht,

bringen sie das Material immer punktwiese oder linienförmig auf. Damit lässt sich einfach nicht die Eigenschaften spritzgegossener Teile erreichen, bei denen sich die Moleküle dem Spritzprozess entsprechend ausrichten und so ein homogenes Bauteil entsteht. Für die Designkontrolle und für Sichtteile mag die Festigkeit gedruckter Bauteile ausreichen – für Funktionsteile in aller Regel nicht, da je nach Orientierung nach unserer Erfahrung 3D-gedruckte Teile nur 40 bis 60 % der Festigkeit eines Spritzgießteils erreichen. Hier muss man individuell genau prüfen, welche tatsächlichen Festigkeiten erreicht werden, wie nahe sie dem künftigen Serienteil kommen und ob der Prototyp damit den Anforderungen genügt.“

Für das 3D-Drucken von Werkzeugeinsätzen spricht auch die erreichbare Genauigkeit. Kleinebrahm: „Im Prinzip ist die Genauigkeit die gleiche wie beim 3D-Drucken von Bauteilen. Allerdings bieten die gedruckten Formen die Möglichkeit, von Hand nachzuarbeiten und dadurch die Genauigkeit der Bauteile zu erhöhen. Eng tolerierte Bohrungen können zum Beispiel mit Untermaß gedruckt und dann auf Maß aufgerieben werden. Ähnliches gilt für die Oberfläche, die beim 3D-Druck relativ grob ist. Beim 3D-gedruckten Werkzeugeinsatz kann man den Einsatz nachbearbeiten, also schleifen oder polieren. Durch solche Nacharbeiten am Werkzeug kommen dann die gespritzten Bauteile mit einer entsprechend hochwertigen Oberfläche aus der Form. Beim 3D-Drucken der Teile müsste man dagegen jedes einzelne Bauteil nachbearbeiten.“

Trotz aller Euphorie warnt Kleinebrahm aus der Erfahrung zahlreicher Anfragen aus den verschiedensten Branchen aber vor überzogenen Erwartungen: „Man darf das Spritzgießen mit 3D-gedruckten Werkzeugeinsätzen nicht als eine Art „eierlegende Wohlmilchsau“ sehen. Für Prototypen und Kleinserien ist das Verfahren äußerst interessant, aber es handelt sich definitiv um ein Prototypenverfahren. Wenn Firmen 5.000 Teile oder mehr herstellen wollen, muss man schon sehr genau nachrechnen, ob das noch Sinn macht.“

Ähnlich sieht dies Klaus Geimer: „Wenn man sich den gesamten Markt betrachtet, wird der 3D-Druck von Werkzeugeinsätzen aus Kunststoff nach heutigem Stand der Dinge ein Randgebiet bleiben, dass zwar gerade im Prototypenbau deutliche Verbesserungen mit

sich bringt, aber das Spritzgießen in seiner bisherigen Form nur ergänzen und nicht verdrängen wird. Damit sich dies ändert, müssten die Materialien viel günstiger und deutlich belastbarer werden als sie heute sind.“

Der kritische Punkt des Verfahrens ist die Lebensdauer der Formeinsätze. Mit einem Kunststoff-Formeinsatz können nach Erfahrung von Michael Kleinebrahm durchaus 100 oder sogar 200 Teile gefertigt werden, von einem Demoteil hat Boy inzwischen mit einer Form sogar schon 700 Bauteile produziert. Aber es gibt auch viele Anwendungen, bei denen schon nach zehn Teilen so starke Verschleißerscheinungen an den Werkzeugen auftreten, dass die Formeinsätze neu gedruckt werden müssen.

Man könnte in diesen Fällen zwar mit dem 3D-Drucker gleich mehrere der verschleißanfälligen Werkzeugeinsätze auf einmal drucken, doch sollten man nach Überzeugung von Michael Kleinebrahm dann schon sehr genau überlegen, ob man dies akzeptieren kann oder sich besser nach einer anderen Lösung umsehen sollte.

Die wohl einfachste Lösung bei hohem Verschleiß der Werkzeugeinsätze aus Kunststoff bietet Boy im eigenen Haus. Michael Kleinebrahm: „Für die gedruckten Werkzeugeinsätze nutzen wir aus gutem Grund unser Werkzeugkonzept mit Einschüben, bei dem ein Werkzeugwechsel mit einem äußerst geringen Aufwand verbunden ist – ideal für kleine Serien. Bei diesem System ist es völlig egal, aus welchem Material der Werkzeugeinsatz ist. Wir können uns beim Material sehr leicht an die Anforderungen anpassen und Werkzeugeinsätze aus Kunststoff drucken, aus Aluminium fräsen und wenn es sein muss auch aus Stahl.“

Klaus Geimer ergänzt: „Dadurch kann der Betreiber der Spritzgießmaschine mit gedruckten Werkzeugen die Herstellung eines Bauteils schnell und einfach optimieren und dann – wenn alles gut funktioniert – auf Basis dieser Erfahrungen ein entsprechend angepasstes Werkzeug aus Stahl bauen und für die Serie einsetzen.“ Dies ist für Geimer allerdings nur eine Zwischenlösung, die einige Einschränkungen gegenüber konventionellen Werkzeugen mit sich bringt, aber deutlich größere Standzeiten bietet als Kunststoffeinsätze.“

Warum eine 1:1 Übernahme des Werkzeugs von Kunststoff in Stahl nicht möglich ist, erklärt Michael Kleinebrahm: „Ein Metallwerkzeug muss anders aufgebaut werden. So sind bei Metallwerkzeugen Kühlsysteme enthalten, die wir in Kunststoff nicht realisieren können. Auch die Angussysteme sind anders und bieten bei Metall mehr und bessere Möglichkeiten. Zudem ist der Druck beim Einspritzen viel niedriger als bei einem Stahlwerkzeug, da die Kanäle für den Transport der Schmelze wesentlich größer sind.“ Angenehmer Nebeneffekt: Dadurch benötigen Kunststoffwerkzeuge geringere Einspritzgeschwindigkeiten und auch die Schließkräfte sind niedriger. Als Folge lassen sich mit Werkzeugeinsätzen aus Kunststoff mit kleinen Spritzgießmaschinen und kleinen Schließkräften relativ große Schussgewichte erreichen und der Betreiber muss auch bei größeren Bauteilen in Zukunft nicht zwangsläufig sehr große Spritzgießmaschinen einsetzen.

Allerdings ist eine Herstellung größerer Teile auch mit gewissen Problemen verbunden. Michael Kleinebrahm: „Wir können in eine gedruckte Kunststoffform keine immens großen Kunststoffmengen hineingeben, denn wir bringen dann eine große Wärmemenge in die Form und zudem muss der gesamte Kunststoff durch den Angussbereich fließen. Je mehr Wärme wir einbringen, desto größer ist der Verschleiß. Hier gibt es Grenzen, ab denen der Prozess nicht mehr sauber funktioniert.“

Die ersten von Boy produzierten Bauteile hatten ein Volumen von 5 cm³, doch schon relativ schnell wurden größere Teile gefertigt. Auch dies wird sich mit weiteren Entwicklungen der Kunststoffe für den 3D-Druck schon bald ändern, denn je robuster das Material ist, desto mehr Kunststoff lässt sich in die Form spritzen. Dass mit dem bisher Gezeigten noch längst nicht die Grenze der möglichen Baugröße erreicht ist, wird Boy auf der K 2016 demonstrieren.

Kleinebrahm: „Im Moment können wir mit Bauteile mit einer projizierten Fläche von knapp 200 cm² herstellen. So sind wir im Moment dabei, ein relativ großes Werkzeug mit einer sehr interessanten Oberflächenstruktur zu drucken. Das dazugehörige Bauteil ist rund und hat einen Außendurchmesser von 130 mm. Was wir auf der K zeigen und wie groß

dieses Bauteil sein wird, ist noch geheim, aber ein Besuch bei uns lohnt sich auf jeden Fall.“

Bei allem Streben nach Größe darf aber auch hier nach Überzeugung von Klaus Geimer die Wirtschaftlichkeit nicht außer Acht gelassen werden: „Man muss natürlich bedenken, dass bei größeren Teilen auch der Drucker zum Herstellen der Formen länger benötigt und wesentlich mehr teures Material verbraucht. In Summe ist dies zwar für einen Prototypen oder eine Vorserie immer noch günstiger als der Bau eines Stahlwerkzeugs – vor allem, wenn das Stahlwerkzeug bis zur Serienreife noch zwei- oder dreimal geändert werden muss. Dennoch ist es ab einer bestimmten Baugröße nicht mehr sinnvoll, Werkzeugeinsätze aus Kunststoff zu drucken, da das Material sehr teuer ist und andere Herstellungsmethoden – zum Beispiel mit einem Aluminiumwerkzeug – dann günstiger sind.“

Perspektiven für neue Anwendungen gibt es ohnehin weit über die reine Größe der Bauteile hinaus, denn das Verfahren wird von Boy und Stratasys ständig weiterentwickelt – zum Beispiel, um in Zukunft mit den gedruckten Formen auch Elastomere verarbeiten zu können.

Dazu Michael Kleinebrahm: „Bei thermoplastischen Elastomeren ist der Einsatz von 3D-gedruckten Werkzeugeinsätzen aus Kunststoff überhaupt kein Problem. Schwierig wird es, wenn in den Formen vulkanisierende Elastomere verarbeitet werden sollen, denn das Werkzeug ist ein Isolator und so lässt sich der klassische Vernetzungsprozess nur sehr schwer umsetzen, da man nicht wie bei einem Stahlwerkzeug Energie nachführen kann. Weiteres Problem: Neben den hohen Temperaturen entsteht im Werkzeug auch ein hoher Druck – hier sind die mechanischen Eigenschaften der Werkzeugeinsätze gefordert.“ Noch stecken die entsprechenden Versuche in den Kinderschuhen, doch dies war das 3D-Drucken von Kunststoff-Werkzeugeinsätzen zum Spritzgießen auf der NPE 2015 nicht anders, und seitdem sind gerade einmal 1,5 Jahre vergangen.

Weitere Zukunftskonzepte gehen in Richtung einer höheren Festigkeit der Bauteile.

Michael Kleinebrahm: „Wir könnten uns durchaus vorstellen, Versteifungen in die Teile einzuarbeiten, zum Beispiel durch die Integration von eingespannten Langfasern.“

Dadurch könnten wir mit 3D-gedruckten Werkzeugen sogar hochfeste Bauteile herstellen.“

Neben diversen Automobil-Herstellern, Zulieferern und anderen Kunststoffverarbeitern, die leider nicht genannt werden dürfen, setzen inzwischen auch schon einige Lohnfertiger auf die Kombination aus Kunststoff-3D-Druck und Spritzguss, was der weiteren Entwicklung des Verfahrens nach Überzeugung von Klaus Geimer zusätzlichen Schub verleihen dürfte. So verfügen zwar heute das Technikum von Boy über einen Stratasys 3D-Drucker und das Technikum von Stratasys über eine Boy-Spritzgießmaschine, um umfassende Versuche durchführen zu können. Wer will, kann jetzt aber auch ganz einfach zu einem Dienstleister gehen und sich dort seine via gedruckten Kunststoff-Werkzeugeinsätze spritzgegossenen Prototypen herstellen lassen.

www.dr-boy.de