



3-D-Druck im Werkzeug- und Formenbau

Chancen durch konturnahe Kühlung im Druckgießprozess.
Ein Standpunkt von **Christoph Dörr**, Ditzingen.

In meiner über 15-jährigen Tätigkeit in den Bereichen Aluminiumdruckguss und Aluminiumzerspanung gehörte es in den Gießereien immer zu den entscheidenden Themen, wie sich die Form auch an den kritischen Bereichen richtig kühlen lässt. Insbesondere bei runden Lager sitzen, Dichtnuten und tiefen Verrippungen kamen wir an unsere Grenzen und fanden uns mit einem gewissen Fertigungsausschuss, Porositäten usw. ab. Unser größtes Problem war, dass wir nicht um die Ecke bohren konnten, um damit die kritischen Stellen in der Fläche mit den Kühlbohrungen zu erreichen.

Additive Manufacturing – im speziellen Metall-3-D-Druck – ist inzwischen „state of the art“, unter anderem in den Branchen Dental, Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt sowie dem Prototypen-

und Leichtbau. Warum aber werden im Druckgießverfahren nur sehr wenige im 3-D-Druck hergestellte Formeinsätze mit konturnaher Kühlung eingesetzt, obwohl die Vorteile weitestgehend bekannt und die Ergebnisse für den Druckgießprozess beeindruckend sind?

Neben einer zum Teil wesentlich verbesserten Zykluszeit, sorgen insbesondere optimal temperierte Formen für einen stabileren Gießprozess, beispielsweise durch eine geringere Erstarrungsporosität oder die Reduzierung von Ziehriefen und Kaltflussbereichen. Hinzu kommt in vielen Fällen eine Verbesserung der Formstandzeit sowie der Energie- und Ressourcenbilanz, da nur durch den consequenten Einsatz der konturnahen Kühlung die Umstellung auf Minimalmengenschmierung erfolgen kann.

Speziell im Hinblick auf die Energie- und Ressourcenbilanz ist festzuhalten, dass die Form die Wärme nicht mehr über das aufgesprühte Wasser an die Atmosphäre abgibt. Vielmehr führt sie die Wärme bei der konturnahen Temperierung direkt am Ort ihrer Entstehung in das Temperiermedium ab, sodass sie im Kühlkreislauf verbleibt, wo sie zur Rückgewinnung herangezogen werden kann.

Der pulverbettbasierte 3-D-Druck, auch Laser Metal Fusion (LMF) genannt, erlaubt durch den schichtweisen Aufbau komplexe konturnahe Kühlungsverläufe. Hierdurch kann fast jeder Bereich der Formkontur optimal temperiert werden, sodass sich insbesondere bei der Herstellung dünnwandiger Bauteile ganz neue Möglichkeiten der Teilegestaltung ergeben. Dennoch findet diese Technologie

nur zögerlich ihren Weg in die heutigen Produktionsprozesse.

Dabei sprechen wir bei konturnah gekühlten Formeinsätzen nicht von einer ganz neuen Technologie. Bereits mit den ersten Metall-3-D-Druckern – zum Beispiel der TrumaForm von Trumpf, Ditzingen, welche bereits 2004 auf den Markt kam – wurden im Metallpulverbett konturnah gekühlte Einsätze hergestellt. Nicht wenige Spritz- sowie Druckguss-Unternehmen profitieren seit über zehn Jahren von den Vorteilen der konturnahen Kühlung durch additive Fertigung.

Das Ziel von Trumpf ist es, diese Technologie als eine elementare und nachhaltige Innovation im Gieß- und Spritzgießprozess zu etablieren. Wobei an dieser Stelle ausdrücklich erwähnt sei, dass der 3-D-Druck die konventionellen Verfahren ergänzen und niemals vollständig verdrängen wird.

Hierzu mussten wir zunächst verstehen, warum diese Technik im Werkzeug- und Formenbau bzw. speziell im Druckgießverfahren noch immer oder immer wieder eine starke Zurückhaltung erfährt. Der Hauptgrund für den Formenbauer ist, dass von seinen Kunden – den Gießern – die Anforderungen zum Einsatz solcher Werkzeugeinsätze meist nicht vorliegen. Da sich der Nutzen der Technologie aber letztendlich beim Gießer offenbart, muss der Impuls von ihm ausgehen.

Was hindert nun wiederum den Gießer daran, auf den Einsatz der Technologie zu drängen? Die Gründe sind insbesondere darauf zurückzuführen, dass in der anfänglichen Euphorie falsche Erwartungen an die Technologie geweckt wurden und gedruckte Werkzeugeinsätze aufgrund unterschiedlicher Faktoren teilweise ausgefallen sind. Die heutigen Herstellungsprozesse sind jedoch deutlich robuster, die erzielbaren Materialqualitäten höher und es liegen Langzeiterfahrungen sowie Konstruktionsrichtlinien vor, die ei-

ne sichere Herstellung der Einsätze ermöglichen.

Grund für die Ausfälle ist nicht die Herstellung, sondern häufig die fehlende Sensibilität der Anwender für die neuen Technologien. Es kam zum Beispiel zu verstopften Kühlleitungen. Aufgrund der geringeren Durchmesser der Kühlleitungen ist es unabdingbar, dass das Kühlmedium frei von Verunreinigungen ist. Bei Wasser muss beispielsweise durch ein geeignetes Filtersystem sichergestellt sein, dass weder Kalk noch Salze oder sonstige Verunreinigungen in den Kühlkreislauf gelangen. Weiterhin muss die gesamte Formkonstruktion so optimiert werden, dass keine Totwasserbereiche entstehen, die zu einer Algenbildung führen würden. Stehendes Wasser beim Ausschalten der Gießmaschine, zum Beispiel über das Wochenende, begünstigt dies, deshalb muss der Kühlkreislauf eingeschaltet sein oder aber vor dem Abschalten ausgeblasen werden. Damit wäre eine der Hauptursachen für den Ausfall schon eliminiert.

Bei der Konstruktion der Kühlleitungen muss weiter berücksichtigt werden, dass jeder einzelne Kühlkreislauf separat von außen zugänglich ist. Nur so kann eine vollständige Entfernung des losen Pulvers nach dem Druckprozess sichergestellt werden. Dies hat auch den Vorteil, dass beim Abnehmen der Form zu Wartungszwecken die einzelnen Kühlkreisläufe individuell auf Verschmutzungen überprüft und gereinigt werden können.

Die klassisch im Formenbau verwendeten Werkstoffe 1.2343 bzw. 1.2344 lassen sich aktuell noch nicht prozesssicher im Metall-3-D-Druck verarbeiten. Der hohe Kohlenstoffgehalt kann aufgrund der hohen Abkühlgeschwindigkeit zu Rissbildungen führen. Abhilfe schaffen hier künftige Systeme wie die TruPrint 5000 von Trumpf mit einer Bauraumtemperierung von 500° C.

Obwohl der Alternativwerkstoff 1.2709 (Maraging Steel) in den mechanischen Eigenschaften nur geringfügig vom 1.2343 abweicht – teilweise sogar besser ist – wird dieser aufgrund diverser, aber nicht immer nachvollziehbarer Bedenken nur ungern verwendet.

Die Kosten für konturnah gekühlte Einsätze sind im Werkzeugbau aufgrund des 3-D-Drucks gewöhnlich höher als konventionell gefertigte Einsätze. Der Einkauf sieht somit leider oft nur den Einkaufspreis der Form bzw. des Werkzeuges und nicht die Prozessverbesserung in der Produktion bzw. die Prozesskostenreduzierung durch das optimierte Werkzeug im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung. Daraus resultierend baut der Formenbauer nicht aus eigenem Antrieb 3-D-Druckoptimierte Formen, sofern sein Kunde die Mehrkosten dafür nicht übernimmt. Hinzu kommen Zeitdruck, fehlendes Budget oder zu wenige Mitarbeiter, die im Bereich 3-D-Druck geschult sind.

Verstanden und sinnvoll eingesetzt, punktet die additive Fertigung von konturnah temperierten Einsätzen mit wesentlich mehr Vor- als Nachteilen, weshalb sie nach meiner Einschätzung mittel- bis langfristig den Werkzeug- und Formenbau durchdringen wird. Die breite Masse der Gießer sollte die Mehrwerte des metallischen 3-D-Drucks für sich nutzen – die Zeit ist reif dafür!

Christoph Dörr verantwortete von 2005 bis 2012 bei der Firma Aluminum Technology Schmid North America, heute Fonderie 2A, den Aufbau einer Druckgießerei in den USA. Seit Frühjahr 2017 ist er selbständiger Innovations- und Vertriebspartner u.a. bei der Trumpf Laser- und Systemtechnik GmbH. Sein Schwerpunkt liegt im Bereich Additive Manufacturing im Werkzeug- und Formenbau.

ANZEIGE, 1/4, 174 x 62