

Nutzung des Zinkdruckguss-Serienwerkstoffs Zamak in der additiven Fertigung

Serienproduktion mit höchsten Qualitätsansprüchen

(Ein Fachbeitrag aus 2022, Autor: Max Wissing, Technologiemanager, ProtIQ GmbH, Blomberg)

Mit der Verarbeitung des im Zinkdruckgießen genutzten Serienmaterials Zamak schafft der Fertigungsdienstleister ProtIQ neue Möglichkeiten im 3D-Druck. Aufgrund von weiterentwickelten Prozessen wird die additive Fertigung, die bisher oft auf die Herstellung von Prototypen reduziert wurde, auch für die Serienproduktion attraktiv.



Serienfertigung von Zinkbauteilen im 3D-Druck: Als erster Dienstleister für die additive Fertigung von Zamak 5 adressiert ProtIQ mit seinem Angebot nicht nur das Prototypengeschäft.

Das Fertigungsverfahren des Zinkdruckgießens zur Produktion von Metallbauteilen findet breite Anwendung in der Industrie. Dabei hat sich die Zinklegierung Zamak als eines der Standardmaterialien etabliert. Die aus Zamak hergestellten Bauteile werden in allen Bereichen des täglichen Lebens ebenso wie im industriellen Umfeld eingesetzt. Als typische Anwendungen seien Interieurelemente im Automobil, Metallgehäuse von Elektroniksteckverbindern, Beschläge aus der Fenster- und Möbelindustrie oder Badezimmerarmaturen genannt.

Beim Zinkdruckgießen wird das geschmolzene Material mit hohem Druck in eine speziell angefertigte Stahlform gepresst. Diese Urform – das Werkzeug – gibt die Geometrie des Bauteils vor und stellt gleichzeitig den größten finanziellen Aufwand bei der Produktion dar. Das Zinkdruckgussverfahren zielt deshalb auf die Herstellung möglichst großer Stückzahlen ab, um die hohen Werkzeugkosten auf bestenfalls viele gefertigte Artikel umlegen zu können. Werden kleinere Losgrößen benötigt – beispielsweise für Sonderartikel oder Prototypen -, machen die hohen Initialkosten des Werkzeugs das Verfahren schnell sehr teuer. Hier schafft Protiq mit der additiven Verarbeitung von Zamak Abhilfe. Als weltweit einzigem Anbieter ist es dem Blomberger Dienstleister vor einigen Jahren gelungen, das Zinkmaterial prozesssicher auf den additiven Produktionsanlagen zu verarbeiten. Die Verwendung der gleichen Zinklegierung wie im etablierten Zinkdruckgießen zeichnet die 3D-gedruckten Bauteile von Protiq als ideale Ergänzung der bisherigen Herstellungsverfahren aus.

Weiterentwicklung des Laserschmelzprozesses

Das Fertigungsverfahren der Blomberger basiert auf dem bekannten selektiven Laserschmelzprozess, wurde jedoch für die Verarbeitung des Zinkwerkstoffs weiterentwickelt und verändert. Gemein haben beide Prozesse, dass die Bauteile Schicht für Schicht aus feinem Metallpulver aufgebaut werden. Das Pulver, das in diesem Fall aus der Zamak-Legierung besteht, wird dabei von einem starken Laserstrahl präzise aufgeschmolzen und zum gewünschten Körper verschweißt. Die Form des Bauteils definiert sich ausschließlich aus den digitalen 3D-CAD-Daten, sodass keine teuren Formwerkzeuge erforderlich sind. Durch die werkzeuglose Produktion, bei der die hohen Initialkosten des klassischen Zinkdruckgießens entfallen, erweist sich die additive Herstellung bereits bei Einzelteilen und geringen Stückzahlen als wirtschaftlich.

Das prädestiniert den 3D-Druck im Allgemeinen für die flexible Fertigung individueller Prototypen, weshalb das Verfahren in diesem Anwendungsgebiet schon weit verbreitet ist.

Das bedeutet allerdings nicht, dass sich der von ProtIQ konzipierte Prozess lediglich für kleine Stückzahlen eignet. Seit der Markteinführung im Jahr 2018 wurde das Verfahren kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert, sodass der Dienstleister nun ebenfalls eine direkte Serienproduktion anbieten kann. Die möglichen Stückzahlen umfassen hierbei einige tausend Bauteile pro Jahr; bei kleineren Artikeln sind sogar fünfstellige Jahresmengen möglich. Auf diese Weise adressiert ProtIQ eine kritische Nische, die bisher zwar durch das Zinkdruckgießen abgedeckt wurde, bei der sich die konventionelle Herstellung aufgrund der geringen Stückzahlen jedoch nicht rechnet. Ein typisches Beispiel dieser sogenannten Low Runner stellt eine kleine Sonderserie dar, die neben der profitablen Großserie der gleichen Produktfamilie gefertigt wird.



ProtIQ bietet die Serienfertigung von Zinkbauteilen an, bei deren Stückzahl das klassische Zinkdruckgießen noch nicht wirtschaftlich ist. Zusätzlich lassen sich die Vorteile beider Verfahren durch eine innovative Kombination optimal ausschöpfen.

Durch die Kombination der Vorteile einer unmittelbaren, schnellen Produktion mit der neuen Geometriefreiheit des 3D-Drucks ergibt sich die Chance, kundenindividuelle Bauteile in Serie herzustellen – Stichwort: Complexity for free. Im Rahmen der additiven Fertigung lassen sich zum Beispiel Beschriftungen oder ein integriertes Kundenlogo frei definieren und direkt im produzierten Bauteil umsetzen.

Einsparung von Investitions- und Lagerkosten sowie Logistikaufwand

Darüber hinaus erlaubt die additive Nutzung des Serienmaterials Zamak 5 den Übergang im Produktlebenszyklus von einem Herstellungsverfahren auf das andere. So werden die Vorteile aus beiden Welten optimal ausgeschöpft. Die werkzeuglose Fertigung ermöglicht die kostengünstige Produktion einer Vorserie, mit der die Akzeptanz neuer Produkte am Markt erprobt werden kann, bevor die hohe Investition in ein teures Zinkdruckguss-Werkzeug getätigt wird. Erweist sich das Produkt als erfolgreich und steigt der Bedarf, kann der Anwender anschließend auf ein Druckguss-Bauteil wechseln.



Armaturen im Bad oder Beschläge für Möbel und Fenster werden häufig im Zinkdruckgießen hergestellt. Durch die zusätzliche Gestaltungsfreiheit der additiven Fertigung können neue, hochkomplexe Designs umgesetzt werden, die vorher nicht produzierbar waren.

Ein ähnliches Potenzial entwickelt sich aus selten benötigten Ersatzteilen, für die langfristige Lieferantenverpflichtungen bestehen. Hier erzeugen die Zinkdruckguss-Werkzeuge hohe Einlagerungskosten. Spätestens wenn sie verschlissen sind und aufwendig überarbeitet werden müssen, lohnt sich die Herstellung der Ersatzteile im 3D-Druck – ganz nach dem Motto Print on Demand. Auf diese Weise lassen sich Lagerkosten einsparen und der Logistikaufwand auf ein Minimum reduzieren. Im Bereich des Papierdrucks haben sich derartige Geschäftsmodelle bereits etabliert: Der Kunde bestellt sein Buch und stößt damit automatisch den Druck an. Sein Exemplar wird ihm dann in den nächsten Tagen druckfrisch zugeschickt. Die neue additive Fertigungstechnologie für Zinkbauteile eröffnet dieses Geschäftsfeld jetzt auch für die Produktion industrieller Bauteile.



Additiv gefertigte Funktionsprototypen liefert ProtIQ innerhalb weniger Tage. Die Verwendung des Serienmaterials Zamak 5 ermöglicht schnelle Produkttests und bietet eine optimale Vergleichbarkeit zum späteren per Zinkdruckgießen hergestellten Serienartikel.

Fertigbearbeitung der gedruckten Bauteile

Selbstverständlich muss bei der additiven Herstellung von Druckguss-Bauteilen die gewohnte Qualität der konventionellen Prozesse beibehalten werden. Vor diesem Hintergrund ist der Einsatz des gleichen Serienwerkstoffs wie im Zinkdruckgießen entscheidend. Der additiv verarbeitete Werkstoff Zamak 5 weist eine Zugfestigkeit von 218 ± 40 MPa, eine Bruchdehnung von $2 \pm 0,5$ Prozent und ein Elastizitätsmodul von 70 ± 10 GPa auf. Die Genauigkeit des 3D-Druck-Prozesses beträgt $\pm 0,1$ mm mit einer minimale Wandstärke respektive Detailabbildung von 0,4 mm. Die Bauteildichte beläuft sich dabei auf mehr als 95 Prozent.



Additiv gefertigte Schaltwippen im Automobil: Wie bei Zamak üblich, lässt sich das Material sehr gut schleifen und poliere - automatisiert oder per Hand.

An dieser Stelle wird deutlich, dass die übliche Genauigkeit des Zinkdruckgießens von bis zu $\pm 0,02$ mm durch den rein additiven Fertigungsprozess nicht erreicht werden kann. Gleiches gilt bei einem Vergleich der Oberflächengüte. Sind Druckguss-Bauteile aufgrund der abgeformten Innenwand des Werkzeugs in der Regel sehr glatt, gestaltet sich die Oberfläche bei additiv im SLM-Verfahren produzierten Teilen matt und leicht rau. Die additive Serienfertigung von Zinkbauteilen bei ProtIQ versteht sich daher als eine Kette von Prozessen, in welcher der eigentliche 3D-Druck nur eines von mehreren Gliedern ist. Bei den nachgelagerten Bearbeitungsschritten der Bauteile kann es sich beispielsweise um das Nachschneiden eng tolerierter Funktionsflächen oder das Einbringen von Gewindegängen durch automatisiertes CNC-Fräsen handeln. Die additiv hergestellten Bauteile lassen sich ferner sehr gut schleifen, polieren und galvanisch beschichten. So wird die Oberflächenqualität der des Druckgusses angeglichen oder eine edle Hochglanzoptik geschaffen.

ProtIQ bietet somit beste Voraussetzungen, um auch die Serienproduktion unter höchsten Qualitätsansprüchen abzubilden. Aufgrund der Zertifizierung gemäß DIN ISO 9001 sowie zum Additive Manufacturer gemäß den Standards nach PPP 11001:2018 durch den TÜV Süd sind dabei die hohen Qualitätsstandards sichergestellt.

Weitere Informationen:

www.protiq.com

Bearbeitung bisher nicht nutzbarer Werkstoffe

Durch die langjährige Erfahrung im Bereich der additiven Fertigung ist es ProtIQ gelungen, ein tiefgreifendes Prozessverständnis aufzubauen. Bereits seit den Anfängen im 3D-Druck im Jahr 2010 hat sich der Dienstleister neben den Standardmaterialien auf bisher nicht additiv zu verarbeitende Werkstoffe fokussiert. Zu diesem Zweck sind unter anderem zwei selbstentwickelte additive Produktionsanlagen aufgebaut worden, die erst die Verarbeitung einiger neuer Materialien ermöglichen, beispielsweise Zamak 5.

Aus diesem Bestreben heraus nimmt ProtIQ ebenfalls eine Vorreiterrolle hinsichtlich der Verarbeitung von elektrisch hochleitfähigem Kupfer ein. Dieser Werkstoff galt lange Zeit als nicht im 3D-Druck einsetzbar, bietet jedoch durch seine gute thermische und elektrische Leitfähigkeit große Potenziale in vielen industriellen Anwendungen. Nach der Einführung seines RS-Kupfers – einer Legierung mit einem Kupferanteil von 99 Prozent – macht ProtIQ diese Möglichkeiten nun vollständig nutzbar, denn es wurde auch ein Prozess zur Verarbeitung von reinem Kupfer entwickelt. In diesem Zusammenhang verzichtet der Dienstleister komplett auf Legierungselemente und stellt so eine elektrische Leitfähigkeit von 58 MS/m sicher: 100 Prozent IACS (International Annealed Copper Standard).