

Fertigung von Spritzgusswerkzeugen mit Metall 3D-Druck

Student



Dario Mazzoleni

Ausgangslage: Die Herstellung von Spritzgusswerkzeugen benötigt viel Zeit und ist kostenintensiv. Dabei stossen die herkömmlichen spanenden Bearbeitungsverfahren, fräsen schleifen und erodieren, oft an ihre Grenzen. Dadurch stehen wichtige Faktoren wie die Geometriefreiheit, der Preis und die Qualität in ständigem Konflikt. Dieser Zielkonflikt kann mittels der Einführung der AM-Technologie in den Herstellungsprozess verringert werden.

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, ein Spritzgusswerkzeug mit einem 3D gedrucktem Formeinsatz auf dem Stand der Technik zu konzipieren und herzustellen. Weiter soll dann die Oberflächenrauheit der Kavität mittels Abrasiv-Wasserstrahlen (AWJ) vermindert werden. Zu Schluss werden noch Testläufe auf der Maschine durchgeführt.

Vorgehen: Zu Beginn des Projekts muss ein mögliches Produkt gefunden werden, um das Verfahren zu veranschaulichen. Die Entscheidung fiel dabei auf eine Gabel. Durch die Beschränkungen bezüglich der Werkzeuggrösse wurde festgelegt nur den Formeinsatz mit der FFF-Technologie herzustellen. Dadurch musste auch eine kleinere Dessertgabel konstruiert werden. Anschliessend wurde ein passendes Material recherchiert, hierbei wird als Kunststoff ein Lebensmittelechtes PP gewählt und für den Druck ein rostbeständiges und verschleissfestes D2. Wegen Lieferschwierigkeiten musste auf H13 umgestiegen werden. Auch dieses Material ist für Formeinsätze geeignet, besitzt jedoch eine etwas niedrigere Korrosions- und Verschleissbeständigkeit. Weiter musste eine passende Geometrie für die Kühlkanäle gefunden werden, damit der Drucker keine Supportstrukturen im Teil erstellt. Es ergab sich eine tropfenförmige Querschnittsgeometrie. In der Fertigung wurden zwei Formeinsätze hergestellt. Ein gedruckter mit optimierten Kühlkanälen und ein konventionell gefräster. Zuletzt wurden noch die Materialanalysen und Testläufe an der Spritzgussmaschine durchgeführt. Zur Materialanalyse wurden im gleichen Sinter- und Printdurchlauf noch zwei Würfel mit je 2cm Kantenlänge hergestellt.

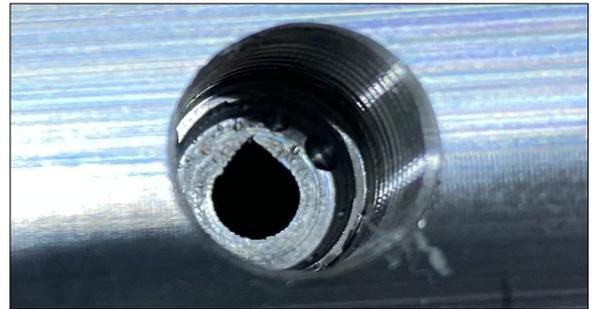
Ergebnis: Es gab im gesinterten Bauteil einen Verzug von rund 0.5mm. Zusammen mit der sehr groben Oberfläche (Tabelle) von bis zu Ra 12.5 musste beim Überfräsen mehr abgetragen werden als zunächst erwartet.

Die Härtemessung nach dem Sinterprozess ergab eine Härte von 40HRC. Es wäre möglich, die Teile noch weiter aufzuhärten.

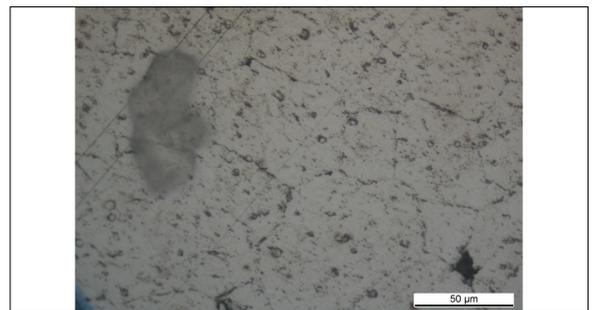
In der Ultraschalluntersuchung wurde eine grosse Anzahl von kleinen Lunkern entdeckt, sie besitzen eine Grössenordnung von 0.05 bis 0.1mm. Sie entstehen aus der Ablage der Filamentbahnen, wenn stellenweise Luft eingeschlossen wird und sind

teilweise auch von blossen Auge sichtbar. In der Gefügeanalyse wurde die feingeschliffene Probe mit verdünnter Salpetersäure geätzt (3% Salpetersäure, 97% Ethanol). Es wurde ein austenitisches Gefüge mit leichtem Korngrenzenzementit erkannt und es sind sphärische kornterne Kohlenstoffansammlungen vorhanden. Sich aus dem Pulver ergebend, entstanden Körner mit Grössenunterschied. Es sind auch kleinere Kohleeinschlüsse vorhanden, diese stammen aus nicht restlos herausgelöstem Matrixpolymer, welches im Sinterofen verkohlt ist.

Querschnittsgeometrie Kühlkanal erzeugt keine Stützstrukturen
Eigene Darstellung



Gefügeanalyse, Nahaufnahme auf Lunker und Kohleeinschluss
Eigene Darstellung



Fertiges Werkzeug nach dem Überfräsen
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Mohammad Rabiey

Themengebiet
Fertigungstechnik