

Metallpulver-Spritzgussteile sind zum Induktionshärten sehr gut geeignet

von Dr. Georg Schlieper*

Die Metallpulver-Spritzgusstechnik (engl. Metal Injection Moulding - MIM), besser bekannt als MIM-Verfahren, ist ein relativ neuartiges Fertigungsverfahren (Abb. 1). Es nutzt die vielfältigen und wirtschaftlichen Formgebungsmöglichkeiten durch die Kunststoff-Spritzgusstechnik zur Herstellung kompliziert geformter metallischer Bauteile in mittleren bis großen Stückzahlen.

Das Rohmaterial ist ein sehr feines Metallpulver, welches mit einem organischen Bindemittel zu einem thermoplastischen Granulat aufbereitet wird. Dieser sogenannte „Feedstock“ lässt sich auf handelsüblichen Spritzguss-Maschinen verarbeiten.

Nach dem Spritzgießen können die „Grünlinge“ leicht bearbeitet werden, um z.B. Angussstellen oder Grate zu entfernen bzw. weitere Formdetails zu erzeugen. Anschließend wird der Binder aus den Teilen entfernt, damit das Metallpulver zu einem massiven metallischen Körper gesintert werden kann. Das Entbindern ist ein besonders kritischer Schritt, weil dabei die Form des Bauteils erhalten bleiben soll. Verbreitet ist das Zersetzen des Binders in einem chemischen Prozess (z.B. das BASF CATA-MOLD®-Verfahren) und das Lösemittel-Verfahren, bei dem die Teile in einer Flüssigkeit (z.B. Aceton, Wasser) über mehrere Stunden behandelt werden. Bei diesem Schritt wird der größte Teil des Binders herausgelöst,

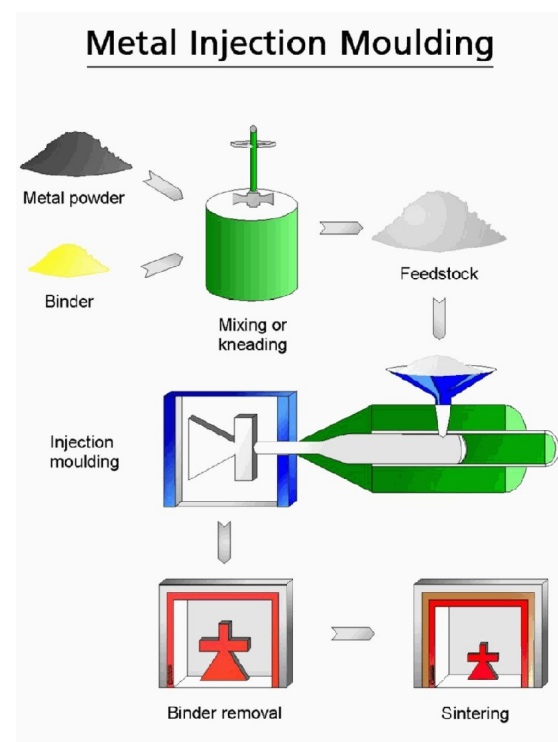


Abb. 1: Verfahrensschritte der Metallpulver-Spritzgusstechnik (Grafik: Fraunhofer-Institut IFAM, Bremen)

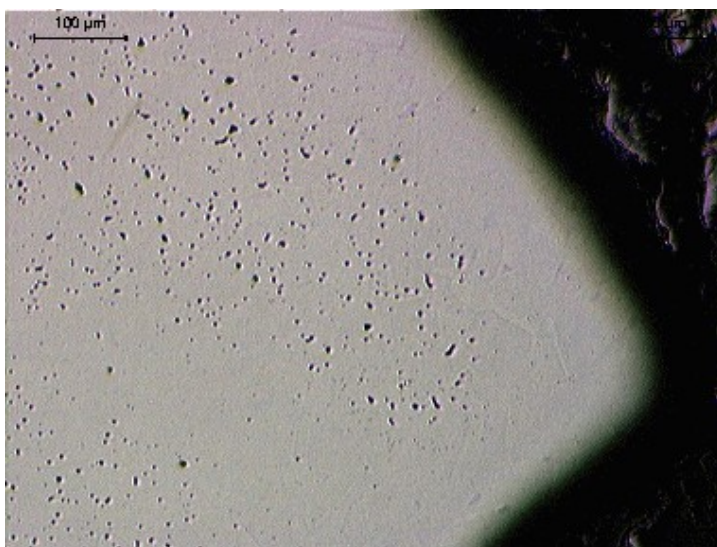


Abb. 2: Porenstruktur eines typischen MIM-Werkstoffs (Foto: Cetehor, Besançon)

aber ein kleiner Rest muss erhalten bleiben, damit das Metallpulver weiterhin die Form behält und nicht zu einem Pulverhäufchen zerfällt. Beim Entbindern wird in den Teilen ein Netzwerk von offenen Porenkanälen erzeugt, durch die beim nachfolgenden Sintern der Restbinder entweichen kann. Die Produkte werden in einem Hochtemperaturofen unter Schutzgas allmählich erhitzt.

Sobald der Restbinder verdampft ist, beginnt der Sinterprozess. Er beruht auf der

Diffusion der Atome, die bei den hohen Sinteremperaturen beschleunigt abläuft, und führt im Anfangsstadium dazu, dass sich zwischen den Pulverteilchen feste metallische Brücken bilden. Bei fortschreitender Sinterung rücken die Pulverteilchen immer näher aneinander, die Poren werden kleiner und verschwinden schließlich fast ganz. Fertig gesinterte MIM-Teile enthalten noch eine Restporosität von maximal 4%, können aber auch ganz frei von Poren sein. Die Poren sind nahezu sphärisch, nur wenige tausendstel Millimeter groß und isoliert, es gibt also keine durchgehende Porosität mehr. In der Nähe der Oberfläche sind die Poren im gesinterten Zustand meist vollständig verschwunden (Abb. 2).

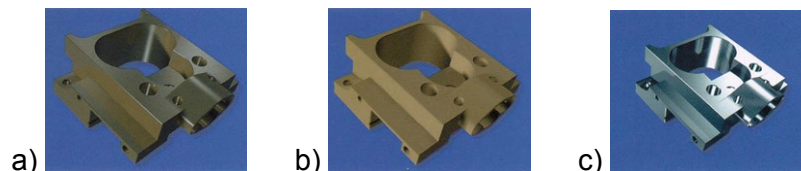


Abb. 3: MIM-Teile im a) spritzgegossenem, b) entbinderten, c) gesinterten Zustand (Fotos: BASF SE, Ludwigshafen)

Mit der weitgehenden Reduzierung des Porenraums beim Sintern geht eine starke Schrumpfung der Teile einher. Das ist ähnlich wie beim Brennen von Keramik, wo ebenfalls eine Schwindung auftritt. Abb. 3 zeigt als Beispiel ein MIM-Teil im spritzgegossenem, entbinderten und gesinterten Zustand. Die Maße des gesinterten Teils sind etwa 15% kleiner als die der Spritzgussform. Diese Schwindung muss natürlich bei der Auslegung der Form berücksichtigt werden. Trotz der großen Maßänderung beim Sintern ist die Maß- und Formgenauigkeit besser als beim Feinguss.

MIM-Teile sind in der Regel kleine Bauteile mit weniger als 100 g Gewicht. Anwendung finden sie in vielen Bereichen der Technik, beispielsweise im Automobilbau, Maschinenbau, elektronischen Geräten (z.B. Digitalkameras, Handys), in der Medizintechnik, aber auch als Schmuck, Uhrengehäuse, Brillenfassungen und vieles mehr.

Das Induktionshärten von MIM-Teilen aus Kohlenstoffstahl ist absolut vergleichbar mit dem Induktionshärten von Schmiede-, Guss- oder Sintermetallwerkstoffen. Das induktive Erhitzen der Randschicht eines Bauteils auf Temperaturen oberhalb der Austenitisierungstemperatur erfolgt in sehr kurzer Zeit mit einem wechselnden elektromagnetischen Feld, das von einer stromdurchflossenen Kupferschleife erzeugt wird. Das energiereiche Wechselfeld induziert Wirbelströme in der Stahloberfläche, durch die der Werkstoff aufgeheizt wird. Eine integrierte Dusche erlaubt es, die Teile unmittelbar aus der Hitze abzuschrecken und zu härten. Anschließend erfolgt das Anlassen, um innere Spannungen abzubauen.



Abb. 4: Einstellbuchse für die Rücksitzverstellung in PKW (Foto: Schunk Sintermetalltechnik GmbH, Thale)

Alle ferritischen Stähle mit einem ausreichenden Kohlenstoffgehalt eignen sich zum Induktionshärten. Ein Aufkohlen der Oberfläche ist nicht erforderlich, und eine partielle Härtung hochbelasteter Oberflächen ist gleichfalls möglich. Die Tiefe der gehärteten Zone kann mit Hilfe der Frequenz des Wechselfeldes eingestellt werden. Bereiche des Bauteils, die nicht von der Wärmebehandlung erfasst werden, ändern ihre Eigenschaften nicht, im Gegensatz zum Vergüten und Einsatzhärten, die das ganze Bauteil erfassen. Abb. 4 zeigt ein typisches komplexes MIM-Bauteil.

So bietet sich das Induktionshärten als wirtschaftliche Alternative zur Erzeugung gehärteter Oberflächen an Metallpulver-Spritzgussteilen an.