

# PIM

## Metall- und Keramik-Pulverspritzguss

world of innovation



# PULVERSPRITZGUSS

## Verfahren mit vielen Möglichkeiten

Das Pulverspritzgießen, auch PIM-Verfahren (Powder Injection Molding) genannt, ist eine Variante des Kunststoffspritzgießens, welches angewandt wird, um Metall- (MIM – Metal Injection Molding) oder Keramikbauteile (CIM – Ceramic Injection Molding) mit komplexen Geometrien herzustellen.

Heute ist das pulvermetallurgische Spritzgießen ein wirtschaftliches Großserien-Fertigungsverfahren für kleine bis mittelgroße Bauteile mit einem Gewicht von 0,1 bis etwa 300 g. Haupteinsatzgebiete sind der feinmechanische Apparatebau, die Mess- und Steuerungstechnik, die Medizin-, Uhren- und Haushaltstechnik, die Schloss- und Beschlagindustrie, und auch die Waffenindustrie.

### Die Vorteile

- » Alle Metalle verarbeitbar von Aluminium, Titan oder Kupfer bis zu Legierungsstahl und Wolfram
- » Große Bandbreite an keramischen Werkstoffen verarbeitbar, von Oxidkeramiken wie Aluminiumoxid oder Zirkonoxid bis zu nicht-oxidischen Keramiken wie Nitriden, Carbiden oder Boriden
- » Komplexe Geometrien ohne anschließende mechanische Bearbeitung herstellbar
- » Hohe Präzision und Reproduzierbarkeit
- » Hohe Oberflächengüte ohne aufwändige Nacharbeit erreichbar



Foto: Julius Blum GmbH

# VERFAHRENSTECHNIK

## Prozesskette im Griff

**Wittmann**

In enger Kooperation mit einem leistungsfähigen Partnernetzwerk steht WITTMANN BATTENFELD über die gesamte Prozesskette, beginnend mit der Materialaufbereitung über die Verarbeitung bis zur Nachbearbeitung, beratend zur Seite.

» **Pulver und Binder**

Hochfeines Keramik- oder Metallpulver wird mit einem Bindersystem auf Kunststoffbasis zu einem spritzgießfähigen Material-Compound (Feedstock) vermischt und granuliert.

» **Spritzguss**

Das Material-Compound wird auf Spritzgießmaschinen mit verschleißresistent ausgerüsteten Spritzaggregaten verarbeitet. Dabei sind ähnlich komplexe Geometrien wie beim Kunststoffspritzguss herstellbar. Die so produzierten PIM-Spritzgussteile werden als „Grünlinge“ bezeichnet.

» **Entbinderung**

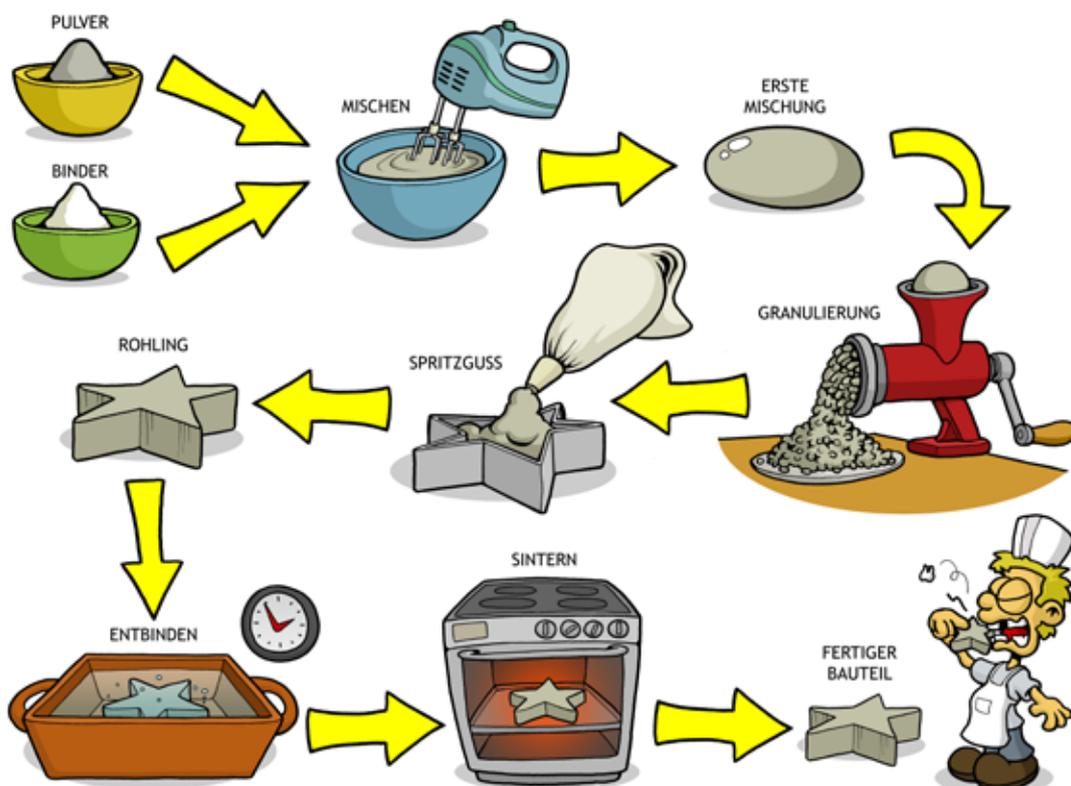
Bei der Entbinderung entsteht durch Lösung des Bindemittels aus dem „Grünling“ der sogenannte „Bräunling“. Je nach Bindermaterial erfolgt die Lösung chemisch oder thermisch.

» **Sintern**

Nach der Entbinderung wird der „Bräunling“ im Sinterofen unter Vakuum oder Schutzgas bei ungefähr 1300 °C (MIM) bis 1700 °C (CIM) durch Sintern verdichtet. Dabei kommt es zu einer Volumenschwindung von bis zu 30 %, abhängig vom Material.

» **Nachbearbeitung**

Durch Pulverspritzgießen hergestellte Bauteile zeichnen sich durch ihre hohe Oberflächenqualität und enge Maßtoleranz aus. Sie bedürfen nur in Spezialfällen der mechanischen Nacharbeit, in erster Linie durch Schleifen oder Polieren.



# MIM/CIM-AUSRÜSTUNG

## Das Komplettpaket ab Werk



Die Materialeigenschaften von Metall- und Keramikpulvern erfordern eine entsprechende Abstimmung der Spritzeinheit und der Werkzeugtechnik.

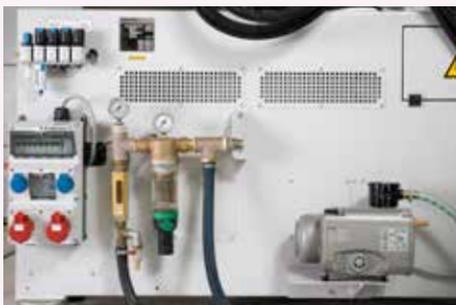
### Die MIM/CIM-Ausrüstungsmöglichkeiten von WITTMANN BATTENFELD

- » Spritzeinheit mit Verschleißschutzausrüstung für die Schnecke und den Plastifizierzylinder
- » Schnecke mit optimierter Schneckengeometrie
- » Rückstromsperre abgestimmt auf Feedstock
- » Lageregelung für die Schnecke
- » Verlängerte Zylinderdüse mit zusätzlicher Heizzone
- » Temperaturregelung in der Einzugszone am Plastifizierzylinder
- » Kleinvolumiger Materialtrichter in verschleißfester Ausführung
- » Programm „Auswerfen bei offener Maschinentür“ für manuelle Formteilentnahme
- » Temperiergerät für Werkzeugtemperierung
- » Vakuumpumpe eingebaut in Maschinenrahmen, inkl. Schnittstelle und Software
- » Programm „Werkzeug-Evakuierung“
- » Expert Coining – Spritzprägen in Kombination mit Auswerfer oder Kernzug
- » Automatisierungseinrichtungen für die Formteilentnahme  
(MIM/CIM-Teile können nach dem Spritzgießen auf Grund der geringen Festigkeit der „Grünlinge“ nicht freifallend entformt werden)

# DIE PIM-MASCHINENAUSRÜSTUNG

In langjähriger Praxis gereift

**Wittmann**



## PIM

### Die Highlights

#### » Verschleißfeste Plastifiziereinheit

Das Plastifiziersystem wird durch den Einsatz von Formmassen, die bis > 70 % aus Metall- (MIM) oder Keramikpulver (CIM) bestehen, besonders hinsichtlich Abrasion und Adhäsion beansprucht. Zur Verarbeitung des Feedstocks werden alle materialführenden Komponenten des Plastifizieraggregates durch Bimetallzylinder, Schnecken aus abrasionsbeständiger Stahllegierung und angepasster Rückstromsperrengeometrie für die Verarbeitung von Pulverspritzgießmassen verschleißfest ausgerüstet.

#### » PIM Rückstromsperre

Die Rückstromsperrungen sind besonders der abrasiven Beanspruchung ausgesetzt. Deshalb sind sie hochverschleißfest ausgeführt und auf die spezifischen Fließeigenschaften der verarbeiteten Feedstocks abgestimmt. Die Geometrie von Schneckenspitze und Sperring ist ein ausgewogener Kompromiss zwischen großem Strömungsquerschnitt und reproduzierbarem Schließverhalten.

#### » Verlängerte Zylinderdüse

Um Fließwege und damit verbundene Druckverluste zu minimieren, stehen für die Plastifizierzylinder optional verlängerte, temperaturgeregelte Maschinendüsen zur Verfügung. Insbesondere bei der Produktion mit Multikavitätenwerkzeugen reduzieren die ins Werkzeug eintauchenden Düsen während der Produktion das benötigte Schussvolumen und nach der Produktion den Recyclingbedarf für den Angussabfall.

#### » Werkzeug-Medienschnittstellen

Die Ausrüstung der MIM/CIM-Spritzgießmaschinen ist auf den erfahrungsgemäß üblichen Betriebsmedienbedarf der Spritzgießwerkzeuge abgestimmt. Optional sind über die Standardausrüstung hinaus zusätzliche Werkzeugkühlkreise, ein Vakuumschluß sowie Anschlüsse zur Kernzughydraulik und Elektroschnittstellen für Endschalter und Sensoren verfügbar.

#### » Vakuumpumpe (Option)

Das Einspritzen in eine evakuierte Formkavität ist eine wesentliche Voraussetzung um eine gleichmäßige Füllung ohne Lufteinschlüsse gewährleisten zu können. Zusätzliche Vorteile sind das bessere „Verschweißen“ an den Kontaktstellen von Fließfronten und die Minimierung der Entmischung von Binder und Pulver und eine daraus resultierende inhomogene Materialzusammensetzung im „Grünling“.

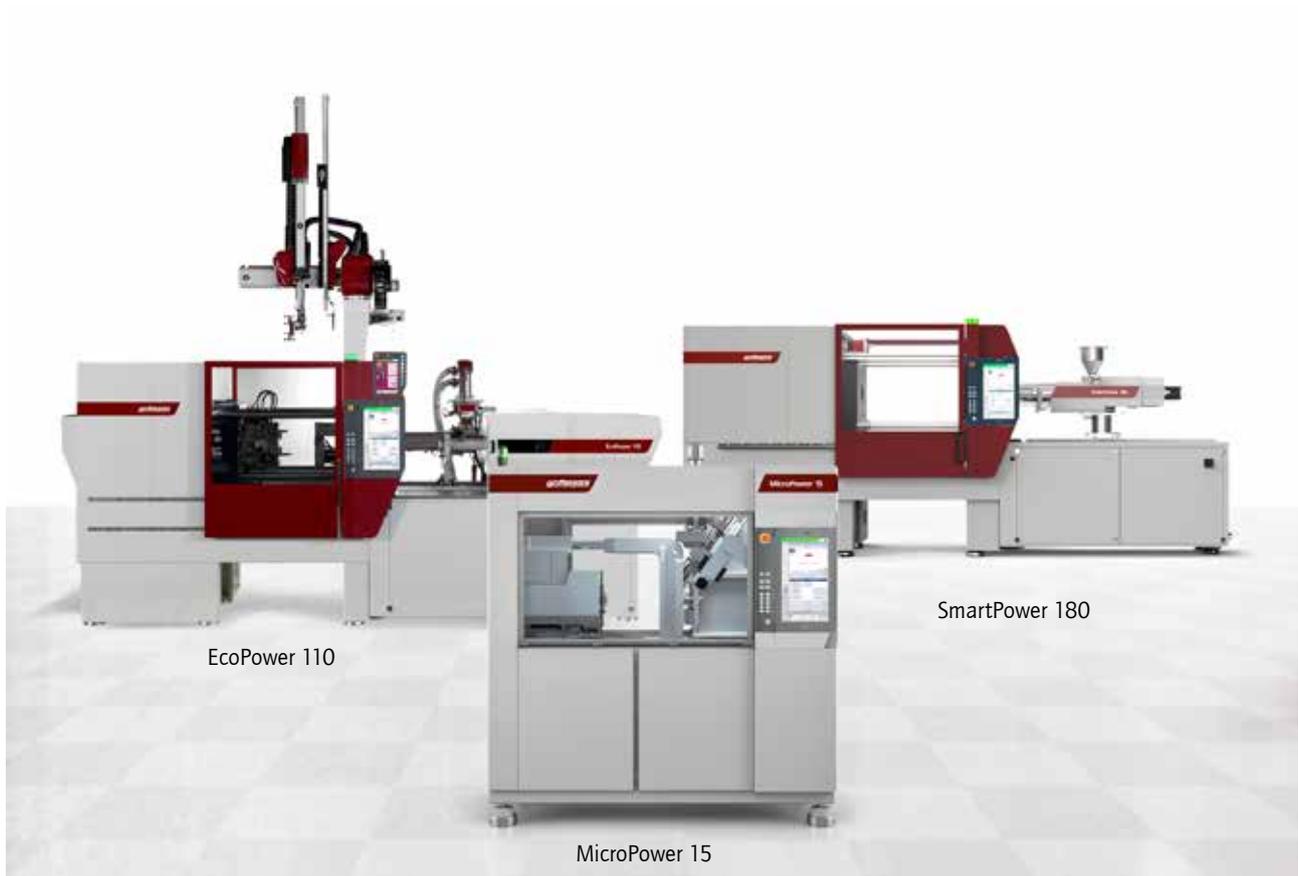
# IMMER DIE RICHTIGE MASCHINE

## MicroPower, SmartPower und EcoPower im PIM-Trim

Zur Verarbeitung von Metall- oder Keramikpulvern steht ein breites Angebot an spezifisch abgestimmten Maschinen auf Basis der Maschinenbaureihen MicroPower, SmartPower und EcoPower zur Verfügung.

- » **MicroPower**  
Vollelektrische Mikro-Spritzgießmaschine in der Schließkraftgröße 15 t
- » **SmartPower**  
Servohydraulische Allround-Spritzgießmaschine in Schließkraftstufen zwischen 25 und 400 t
- » **EcoPower**  
Vollelektrische Präzisions-Spritzgießmaschine in Schließkraftstufen zwischen 55 und 550 t
- » **Medical**  
Alle LIM Spritzgießmaschinen können auch in Medical Ausführung für die Produktion im Reinraum geliefert werden (siehe Spezialbroschüre WITTMANN BATTENFELD „Medical“)

(\* rechnerisches Hubvolumen)



# PIM-ANWENDUNGSTECHNIK

## Kompetentes Partnernetzwerk

**Wittmann**

WITTMANN BATTENFELD ist nicht nur Maschinenbauer, sondern bietet als Teil eines Kompetenznetzwerks auch Lösungen zu Fragen der Anwendungstechnik, der Materialauswahl, der Feedstock-Entwicklung oder der Fertigung von Prototypen in Zusammenhang mit der Konstruktion und dem Bau von Spritzgießwerkzeugen an.

### Partnernetzwerk

- » **Pulverauswahl und -handhabung**
  - Feedstock-Entwicklung
  - Entbinderstechnologien
  - Sinterverfahren
  - Nachbearbeitung und Oberflächenveredelung
  - Nullserien-Fertigung möglich
  
- » **Materialfragen und Prozesstechnik**  
RHP-Technology GmbH, Seibersdorf, AUT
  
- » **Werkzeugbau**  
Ernst Wittner GesmbH, Wien, AUT
  - Werkzeugbau für den MIM/CIM-Spritzguss
  - Werkzeugbau für Mikro-Formteile
  - Präzisionsbearbeitung



Foto: CeraMedical GmbH

# UNILOG B8

## Steuerung und Prozesskontrolle

Die Unilog B8 Maschinensteuerung ist die WITTMANN BATTENFELD Lösung, um die Bedienung komplexer Vorgänge zu vereinfachen. Hierfür wurde der integrierte Industrie-PC mit einer vergrößerten intuitiven Touchscreen-Bedienfläche versehen. Die Visualisierung ist die Schnittstelle zum neuen Windows® 10 IoT Betriebssystem, das umfangreiche Kapazitäten zur Prozesssteuerung bietet. Neben der schwenkbaren Bildschirmeinheit befindet sich in der Zentralkonsole der Maschine eine angebundene Panel-/Handbedieneinheit.



Die WITTMANN BATTENFELD Maschinensteuerung Unilog B8 bietet mit ihrer übersichtlichen und weitgehend selbsterklärenden Logik einen hohen Bedienkomfort. Unterstützt wird der Bedienkomfort durch die Möglichkeit, zwei Teilbereiche eines Spritzgießprozesses gleichzeitig anzuzeigen.

#### » Manuelle Artikelentnahme

Um die noch nicht „endfesten Grünlinge“ ohne Automatisierung aus dem Werkzeug entnehmen zu können, kann mit Hilfe dieser Option eine Freigabe der Auswerfer und Kernzugsbewegung bei geöffnetem vorderem Schutzgitter gegeben werden.

#### » Spritzprägen – Expert Coining

Der Feedstock zeigt beim Einspritzen, durch seine relativ hohe Viskosität und die geringe Wandhaftung, eine Tendenz zur Freistrahlbildung. Als Abhilfe werden in den Formkavitäten während des Einspritzens durch bewegliche Formeinsatzbereiche oder vorgeschobene Auswerfer gezielt Engstellen geschaffen. Zur Ansteuerung der Bewegungen werden Kernzüge in Kombination mit der Spritzprägesteuerung eingesetzt.

Allgemeine Daten und Fakten zur WITTMANN BATTENFELD Maschinensteuerung befinden sich in der Spezialbroschüre „Unilog B8 Steuerung“.

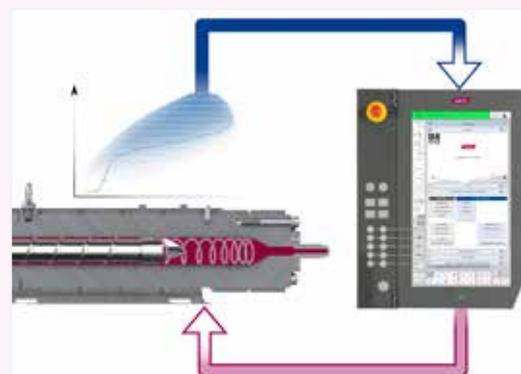
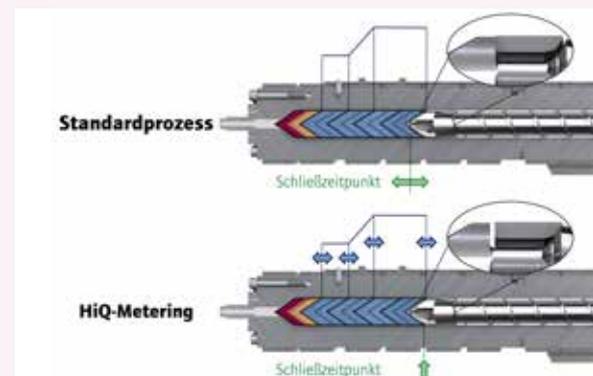
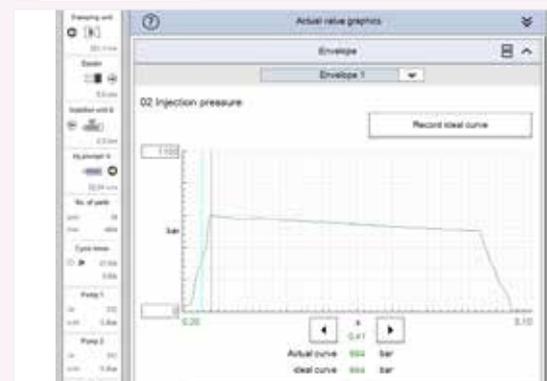
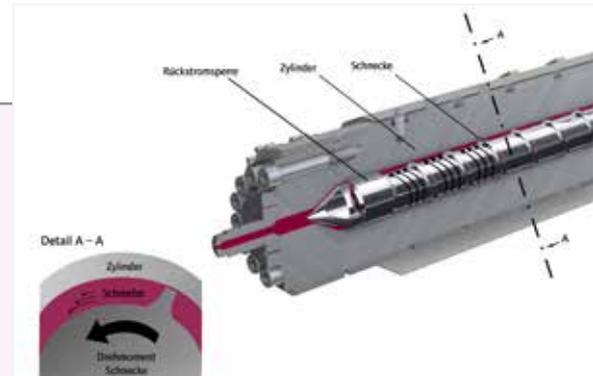
Ebenfalls können die MIM/CIM-Spritzgießmaschinen, wie alle anderen WITTMANN BATTENFELD Spritzgießmaschinen, über das optionale Wittmann 4.0 Datenaustauschsystem mit WITTMANN Peripheriegeräten intern und darüber hinaus über eine spezifisch vergebene IP-Adresse mit externen Kommunikationsgeräten oder Produktionsleitrechnern kommunizieren.

# HIQ-SYSTEME

## Anspruchsvolle Prozesse steuern

Wittmann

- » **HiQ Melt: Überwachung der Materialqualität**  
HiQ Melt ist eine Methode zur Überwachung der Materialqualität. Die Messgröße ist die beim Plastifizieren aufgewendete Energie. Sie wird über das Schneckendrehmoment entlang des Plastifizierhubes gemessen, als Wert ausgegeben und innerhalb eines Toleranzbereichs überwacht. Abweichungen in der Materialqualität können damit einfach und nachvollziehbar erkannt werden.
- » **HiQ Packing: Kontinuierliches Füllen über Nachdruckumschaltung**  
Der Spritzgießprozess zur Verarbeitung von metallischen und keramischen Feedstocks erfordert zur Vermeidung von Inhomogenitäten im Spritzgießteil einen spezifischen Druckverlauf. Das HiQ Packing-Programm ermöglicht eine kontinuierliche Füllung über die Nachdruckumschaltung hinweg, was eine wesentliche Voraussetzung für eine rissfreie Grünlingqualität ist.
- » **HiQ Metering: Ausgleichen des Umschaltpunktes**  
Zwischen Dosierung und Dekompressionshub wird durch gezielte Bewegungen der Schnecke der Sperring entlastet und in die Stellung „Geschlossen“ gebracht. Somit befindet sich die Rückstromsperre vor Beginn der Einspritzphase bereits in geschlossener Stellung. Geringste Dosierendpunktabweichungen werden durch Verschieben des Spritzprofils und Umschaltpunktes ausgeglichen. Somit wird mit jedem Schuss exakt die benötigte Menge Material eingespritzt und höchste Bauteilgewichtkonstanz gewährleistet.
- » **HiQ Flow: Materialviskositätsbezogene Einspritzregelung**  
Bei HiQ Flow erfolgt die Berechnung auf Basis der Schmelzkompressibilität und der Druckdaten der Einspritzkurve auf eine dem Bauteilgewicht proportionale Kenngröße, dem sogenannten **SMUV** Einspritzvolumen (**SM**art **U**ncompressed **V**alue). Die Erfassung der Druck- und Wegdaten sowie die Berechnung des **SMUV** Volumens erfolgt alle 2 Millisekunden entlang des Einspritzhubes. Anhand des berechneten **SMUV** Volumens wird nun der Umschaltpunkt und/oder die Nachdruckphase geregelt. Externe Materialdaten sind nicht erforderlich, da alle nötigen Materialparameter während eines Zyklus ermittelt werden. Viskositätsschwankungen aufgrund von z. B. Mahlguteinsatz oder Chargenschwankungen können hiermit kompensiert werden und ermöglichen eine robuste Produktion und Bauteilqualität.



# ANWENDUNGSTECHNIK

## PIM-Spritzguss

### » Mikro-Bauteile aus Keramik

Die Bandbreite der Mikro-Formteile aus Keramik ist groß. Sie reicht von Komponenten für die Medizintechnik bis hin zu Kleinteilen für die thermische und elektrische Isolation im Apparatebau und in der Elektronik. Die WITTMANN BATTENFELD MicroPower Spritzgießmaschinen eignen sich für alle Formteile in der Teileklasse mit weniger als 1 Gramm Stückgewicht.



### » MIM-Bauteile für die Medizintechnik

Im MIM-Verfahren hergestellte Bauteile geben dem Hersteller große Freiheiten in der Teilgestaltung.

Die Möglichkeit, nichtrostende Chromstähle im MIM-Verfahren zu verarbeiten, bietet speziell in der Medizintechnik enorme Vorteile.



Foto: RHP und HINMICO (EU-Projekt)

### » Keramische Großserien-Anwendungen

Ein Anwendungsfeld mit Zukunftspotenzial ist die Großserien-Spritzgießproduktion von keramischen Formteilen, wie Mahlwerken von Kaffeemaschinen, Zahnrädern oder Salz- und Pfeffermühlen. Die Ausgangsbasis für eine wettbewerbsfähige Produktion derartiger Produkte sind die Maschinen der Baureihen SmartPower und EcoPower mit PIM-Ausrüstung.



» **MIM-Bauteile in Mikro-Dimensionen**

Das Spritzgießen und Sintern bietet vor allem bei großen Losgrößen Kostenvorteile gegenüber der mechanischen, aber auch der additiven Fertigung, insbesondere wenn es um Formteile in Mikrodimensionen geht. WITTMANN BATTENFELD bietet dafür mit den MicroPower Spritzgießmaschinen die richtige Systembasis.



Foto: Frauenhofer IFAM

» **Werkzeuge für die spanende Fertigung**

Spritzgießen und Sintern hat sich als effiziente Methode zur Großserienherstellung von Präzisionswerkzeugen zur spanenden Bearbeitung von Metallen etabliert. Als Beispiele hierfür sind insbesondere Hartmetallversionen folgender Werkzeuge zu nennen: Fräser, Bohrer oder Schneidplatten.



» **Präzisionsbauteile**

Maschinenkomponenten, beispielsweise Komponenten von Elektromotoren, demonstrieren das Rationalisierungspotenzial des PIM-Verfahrens. Die in den Bauteilen integrierten funktionsgebenden Details wären nur mit ungleich größerem Bearbeitungsaufwand mechanisch herstellbar.



The Wittmann logo is located in the bottom right corner of the page. It consists of the word "Wittmann" in a white, italicized, sans-serif font, set against a dark red, rounded rectangular background.

**WITTMANN BATTENFELD GmbH**

Wiener Neustädter Straße 81  
2542 Kottlingbrunn | Österreich  
Tel.: +43 2252 404-0  
info@wittmann-group.com  
www.wittmann-group.com

**WITTMANN BATTENFELD Deutschland GmbH**

Werner-Battenfeld-Straße 1  
58540 Meinerzhagen | Deutschland  
Tel.: +49 2354 72-0  
info@wittmann-group.com  
www.wittmann-group.com