



Metal Injection Moulding (MIM)
Pulverspritzguss



MIM-Expertenkreis



MIM = Metal Injection Moulding

Die serielle Herstellung präziser, hochstabiler Bauteile im Spritzgussverfahren mit Metallpulver bietet Ihnen Möglichkeiten und Vorteile, die Sie bei alternativen Herstellungsverfahren wie Pressintern, Feinguss und spanender Fertigung nicht oder nur mit hohem Aufwand realisieren können.

MIM = Qualität plus Wirtschaftlichkeit

- 
- Fertigung auch kleinster Elemente

- 
- Freie Formgebung für hochkomplexe Geometrien (3D)

- 
- Wirtschaftliche Produktion häufig auch schon in kleinen Serien

- 
- Nachbearbeitungsfrei in nahezu allen Anwendungsfällen

www.mim-experten.de

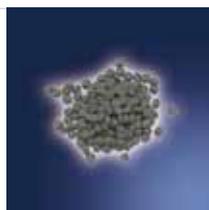
MIM = Fertigung in nur 4 Schritten

Ein Metallpulver in der gewünschten Zusammensetzung wird mit einem thermoplastischen Binder versetzt und zu einem Feedstock granuliert. Dieser Feedstock wird, ähnlich wie Kunststoff, in Form gespritzt. Anschließend wird der Binder aus dem Grünteil entfernt und das Metallpulvergerüst bei Temperaturen zwischen 1200°C und 1400°C zum dichten Bauteil gesintert. Das Sinterteil kann meist direkt verwendet werden. Alternativ sind die für das entsprechende Material gängigen Nachbehandlungen möglich.

Die beim Sintern auftretende Schwindung wird als Aufmaß in das Werkzeug eingerechnet.



Feedstockaufbereitung



Granulat

1



Granulat » Spritzgießen



Grünteil

2



Grünteil » Entbindern



Braunteil

3



Braunteil » Sintern



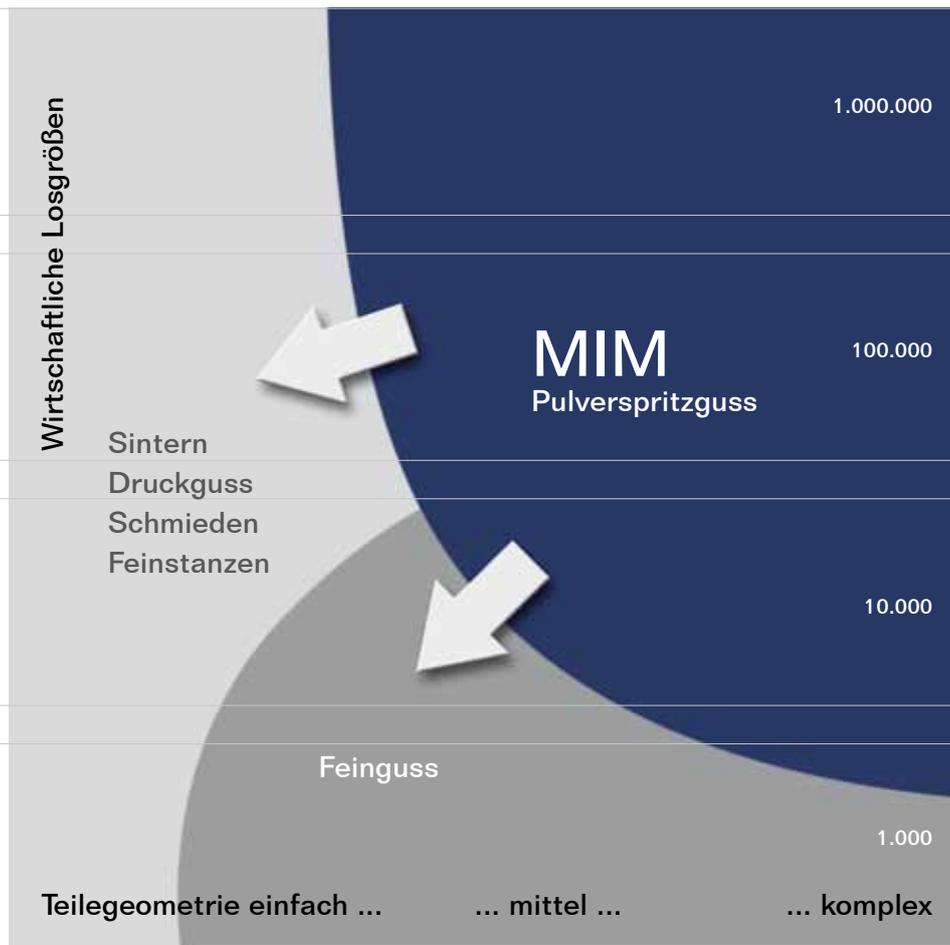
Sinterteil

4



MIM = max. Stückzahl / min. Nachbearbeitung

Das MIM-Verfahren eignet sich insbesondere für komplexe Bauteilgeometrien in großen Produktionsmengen, da der Prozess vollständig automatisierbar ist. Feinguss eignet sich ebenfalls für komplexe Geometrien, hat jedoch höhere Toleranzen zur Folge. Er ist aufgrund des hohen manuellen Aufwandes eher für kleinere Produktionsmengen wirtschaftlich sinnvoll. Andere pulvermetallurgische Formgebungsverfahren wie z.B. Pressintern sind auch für große Produktionsmengen geeignet, jedoch lassen sich mit diesen Verfahren nur weniger komplexe Teilegeometrien realisieren.



MIM = enge Toleranzen

MIM-Bauteile sollten mit Bauteilabmessungen von 5 mm bis 100 mm, mit Wandstärken unter 25 mm, besser zwischen 1 mm und 10 mm und mit Gewichten von 1 g bis 100 g konstruiert werden. Dies sind typische Werte, die in Absprache mit einem Fertiger durchaus unter- oder überschritten werden können. Die MIM-Industrie ist daran interessiert, bereits bei der Auslegung von Bauteilen mit zu helfen, um eine MIM-gerechte Konstruktion zu erreichen.

Nennmaß [mm]	Toleranz [+/- mm]	Toleranz für	Genauigkeit
< 3	0,05	Gradlinigkeit, Ebenheit und Parallelität	0,5 % des Längstmaßes
3 - 6	0,06		
6 - 15	0,075		
15 - 30	0,15		
30 - 60	0,25	Winkel	+/- 0° 30'
> 60	+/-0,5% vom Nennmaß		



Flat-Line Bukkalröhrchen
(Zahnmedizin)
Nickelfreier Edelstahl
1.4456
Bauteilgewicht 0,11 g



Verbindungsstück für
hydraulische Verbindung
(Automotive)
Edelstahl 316 L
Bauteilgewicht 2,25 g



Portsystem für Katheterzugänge (Medizintechnik)
TiAl6V4
Bauteilgewicht 6,33 g



Antriebsrad für Schiebedach (Automotive)
Stahl 1.6546, beschichtet
Bauteilgewicht 93,6 g



MIM = Werkstoffe für höchste Ansprüche

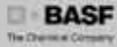
Überblick über einige der mit MIM heute verarbeiteten Werkstoffe

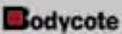
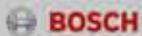
Werkstoff	C	Cr	Ni	Mn	Mo	Si	Fe
MIM-Fe2Ni	≤ 0,1		1,5-2,5		≤ 0,5		Rest
MIM-Fe2Ni0,6	0,4-0,7		1,5-2,5		≤ 0,5		Rest
MIM-FeNi7	≤ 0,1		6,9-7,1				Rest
MIM-Fe8Ni	≤ 0,1		6,5-8,5		≤ 0,5		Rest
MIM-Fe8Ni0,6C	0,4-0,7		6,5-8,5	≤ 0,5			Rest
MIM-FeCuNi			4,5-5,6				Rest
MIM-4140 MIM-42CrMo4	0,35-0,5	0,9-1,2		< 0,9	0,15-0,3	< 0,4	Rest
MIM-4340 MIM-40NiCrMo6	0,35-0,5	< 0,35	1,4-2,0	< 0,8	0,2-0,3	< 0,35	Rest
MIM-4605	0,4-0,6		1,5-2,5		0,2-0,5	< 1	Rest
MIM-8620 MIM-21NiCrMo2	0,12-0,23	0,4-0,6	0,4-0,7		0,15-0,25		Rest
MIM-16MnCr5	0,14-0,19	0,8-1,1		1,0-1,3		< 0,4	Rest
MIM-100Cr6	0,8-1,05	1,35-1,65					Rest
MIM-420 MIM-X20Cr13	0,18-0,3	12,0-14		< 1		< 1	Rest
MIM-4408 MIM-X90CrMoV18	0,75-0,95	16,0-18,0		< 1	< 0,75	< 1	Rest
MIM-430 MIM-X6Cr17	< 0,08	15,5-17,5		< 1		< 1	Rest
MIM-316L MIM-X2CrNiMo17132	≤ 0,03	16,0-18,5	10,0-14,0	≤ 2	2,0-3,0	≤ 1	Rest
MIM-310 MIM-X40CrNiSi2520	0,2-0,5	24,0-25,0	19,0-22,0	< 1,5		0,75-1,75	Rest
MIM-17-4PH MIM-X3CrNiCuNb174	< 0,07	15-17,5	3,0-5,0	< 1		< 1	Rest
MIM-FeSi3	≤ 0,1					2,5-3	Rest
MIM-Fe50Ni	< 0,1		49,5-50,5				Rest
MIM-Ti	< 0,2						
MIM-M2 MIM-SC6-5-2	0,95-1,05	3,8-4,5			4,5-5,5		Rest
MIM-F15			28,5-29,5				Rest
MIM-HX	0,05-0,15	20,5-23,0	Rest	< 1	8,0-10,0	< 1	17,0-20,0
MIM-N90 MIM-Nimonic 90	< 0,13	18,0-21,0	Rest	< 1		< 1	< 1,5
MIM-WNiFe			3,5-4,5				2,3-3,5
MIM-WCu10							
MIM-WCCo6							
MIM-WCCo10							
MIM-Cu							
MIM-CuNi			3,0-30,0				
MIM-CuNiH			14,0-16,0				4,3-6,1
MIM-CuFe			2,0-3,5				6,5-8,5
MIM-Titanium, cp2	< 0,08						
MIM-Titanium, cp4	< 0,08						
MIM-Ti6Al4V	< 0,08						
MIM-Ti6Al4V	< 0,08						
MIM-Ti6Al7Nb	< 0,08						



				Mechanische Eigenschaften		
Andere	Äquivalente			UTS, MPa	YS, MPa	D %
	M-Fe2Ni-110	nickellegierter Stahl	as sintered	> 260	> 150	> 20
	M-Fe2NiC-205	nickellegierter Stahl	30 HRC 55 HRC	> 800 > 1200	> 700 > 1000	> 5 > 2
		nickellegierter Stahl	as sintered	> 410	> 280	> 20
	N-Fe8Ni-210	nickellegierter Stahl	as sintered	> 380	> 210	> 20
	M-Fe8Ni-300 M-Fe8Ni-500	nickellegierter Stahl	30 HRC 50 HRC	> 800 > 1300	> 700 > 1100	> 5 > 2
Cu 4,0-5,0		kupferlegierter Stahl	as sintered	> 600	> 450	> 3
	DIN 1.7225 M-4140-400	Vergütungsstahl	as sintered 25 HRC 50 HRC	> 700 > 750 > 1300	> 400 > 600 > 1200	3 3 2
	DIN 1.6944 M-4340-500	Vergütungsstahl	as sintered 25 HRC 48 HRC	> 800 > 900 > 1600	> 650 > 750 > 1400	8 3 2
		Vergütungsstahl	as sintered 40 HRC 55 HRC	> 600 > 1300 > 1900	> 400 > 1100 > 1900	> 5 > 5 > 2
	DIN 1.6523	Einsatzstahl	as sintered	> 650	> 400	> 3
	DIN 1.7131	Einsatzstahl	as sintered	> 550	> 400	> 3
	DIN 1.3505 M-52100-450 M-52100-630	Wälzlagerstahl	as sintered	> 900	> 500	> 5
	DIN 1.4021 M-420-1000H	rostfreier Stahl	48 HRC	> 1600	> 1300	> 2
	DIN 1.4112	rostfreier Stahl	> 55 HRC			
	DIN 1.4016 M-430-210	rostfreier Stahl	as sintered	> 350	> 200	> 30
	DIN 4404 M-316L-140	"austenitischer rostfreier Stahl"	as sintered	> 450	> 140	> 40
Nb 1,2-1,5	DIN 1.4848	rostfreier Stahl	as sintered	> 800	> 450	> 16
Cu, Nb, Ta Nb+Ta: 0,15-0,45	DIN 1.4542 M-174PH-650	rostfreier Stahl	as sintered 30 HRC 40 HRC	> 800 > 850 > 1200	> 660 > 700 > 1000	3 5 2
	DIN 1.0844 M-Fe3Si-55 M-Fe3Si-80	"weichmagnetischer Werkstoff"	as sintered	> 500	> 300	> 20
	DIN 1.3926 M-Fe50Ni-200 M-Fe50Ni-400	"weichmagnetischer Werkstoff"	as sintered	> 400	> 150	> 20
O2 < 0,4 N2 < 0,1	DIN 3.7056 M-Ti-400	MIM-Titan	as sintered	> 550	> 480	> 5
W 5,5-6,75 V 1,75-2,2	DIN 1.3342	"verschleißfester Stahl"	as sintered (50 HRC)	> 1200	> 800	> 1
Co 16,5-17,5		Fe-Ni-Co-Legierung	as sintered	> 450	> 300	> 24
Co 0,5-2,1 W 0,2-1,0	DIN 2.4665	Superlegierung	as sintered (solution annealed)	> 610	> 280	> 35
Co 15,0-21,0 Al 1,0-2,0 Ti 3,0-4,0	DIN 2.4632	Superlegierung	as HiPed	> 1270	> 790	> 33
W bal.		Schwermetall				
W bal. Cu 9,5-10,5		Schwermetall				
WC bal. Co 5,5-6,5		Hartmetall	as sintered 1900 HV 30		Biegedruckfestigkeit > 3100*	
WC bal. Co 9,5-10,5		Hartmetall				
Cu bal.		Kupfer	as sintered	> 150		> 30
Cu bal.		Kupferlegierung	as sintered	> 280		> 10
Cu bal.		Kupferlegierung	as sintered	> 490		> 5
Cu bal.		Kupferlegierung	as sintered	> 375		> 7
O2 < 0,25 N2 < 0,03	ASTM B348 ASTM F67	MIM-Titan	as sintered	> 440	> 350	> 22
O2 < 0,25 N2 < 0,03	ASTM B348 ASTM F67	MIM-Titan	as sintered	> 510	> 430	> 15
O2 < 0,25 N2 < 0,05	ASTM B348 ASTM F1472 M-Ti6Al4V-600	MIM-Titan	as sintered	> 850	> 750	> 12
O2 < 0,25 N2 < 0,05	*ASTM B348 ASTM F1472*	MIM-Titan	as densified	> 930	> 860	> 12
O2 < 0,25 N2 < 0,05	ASTM F1295	MIM-Titan		> 760	> 660	> 13



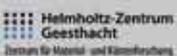


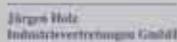













MIM = Experten im Netzwerk

Der MIM-Expertenkreis ist ein fachliches Arbeitsgremium des Gemeinschaftsausschusses Pulvermetallurgie.

Dessen Trägergesellschaften sind der FPM (Fachverband Pulvermetallurgie), der VDI (Verein Deutscher Ingenieure), die DGM (Deutsche Gesellschaft für Materialkunde), die DKG (Deutsche Keramische Gesellschaft) und der VdEH (Verein Deutscher Eisenhüttenleute).

Der Kreis setzt sich aus industriellen Partnern und Forschungsinstituten zusammen. Hier arbeiten Hersteller von MIM-Teilen eng mit Partnern aus den Bereichen Metallpulver- und Feedstockherstellung, Lieferanten von Spritzgießmaschinen und Öfen für die Wärmebehandlung sowie Forschungsinstituten zusammen.

Zur Zeit sind mehr als 35 Mitgliedsfirmen im MIM-Expertenkreis organisiert, die sich zweimal pro Jahr treffen. Die Arbeit des Kreises konzentriert sich ausschließlich auf das Metallpulver-Spritzgießen (MIM - metal injection moulding).

Unsere Hauptaufgaben sind:

- Die Verbreitung der MIM-Technologie (Technologiemarketing)
- Die Weiterentwicklung der MIM-Technologie (Technologieentwicklung)
- Die Koordination der Interessen mit denen anderer Verbände, wie z.B. Euro-MIM, MIMA und JPMA (Networking)

Kontakt

Die Mitarbeit weiterer interessierter Firmen ist erwünscht. Entsprechende Aufnahmeanträge können an die folgende Kontaktadresse gerichtet werden:

Fraunhofer – IFAM
 Dr.- Ing. Frank Petzoldt
 Wiener Str. 12
 28359 Bremen
frank.petzoldt@ifam.fraunhofer.de

www.mim-experten.de



