

**ANWENDERBERICHT**

Wien / Seibersdorf / Kottlingbrunn - Österreich, August 2011

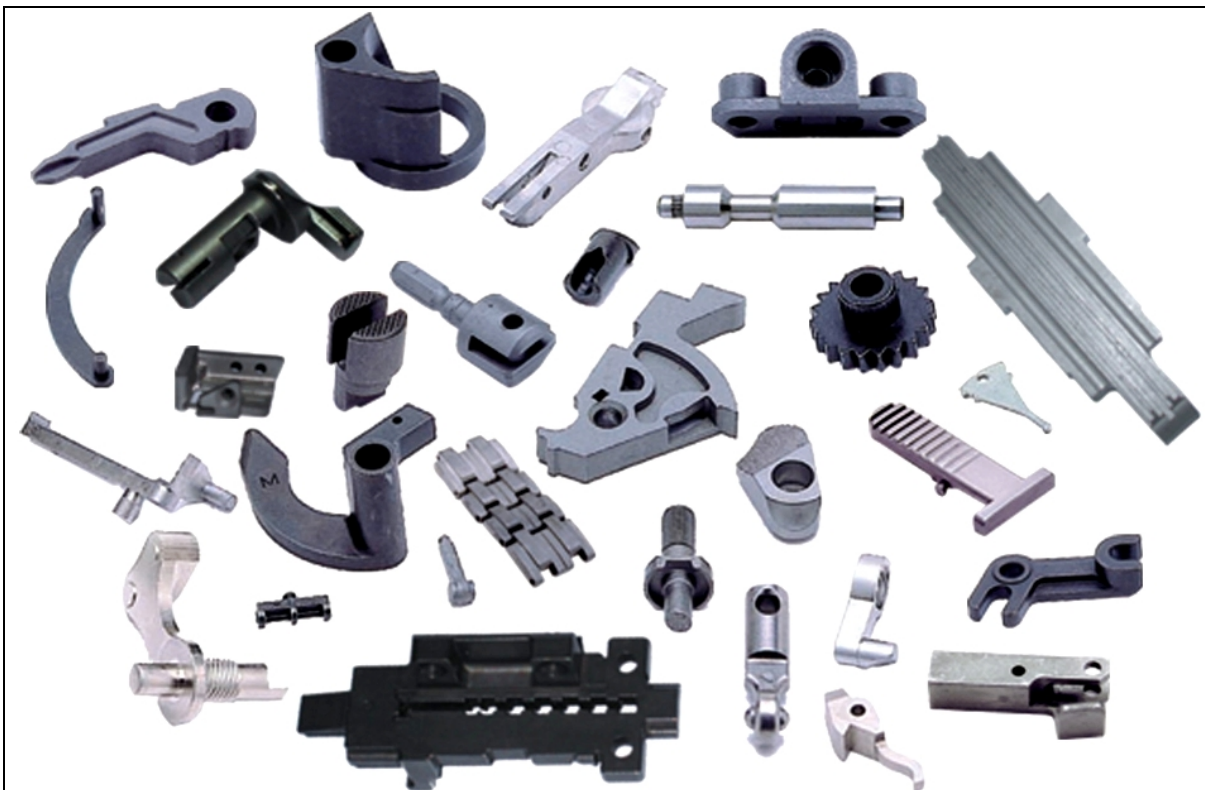


Foto: Indo-MIM / Wittmann Battenfeld

Abb.1: Formteile auf der Basis von Pulvermetallen, aber auch keramischen Werkstoffen, werden überall dort eingesetzt, wo andere Werkstoffe die Anforderungen nicht, oder nur unzureichend erfüllen können.

## Metall und Keramik spritzgießen

Metall- oder Keramikteile ebenso elegant und detailreich wie Spritzgießteile aus Kunststoff herzustellen, ist keine Vision mehr. Seit rund 30 Jahren beschäftigt sich weltweit eine kleine, aber wachsende Gruppe an Unternehmen mit der Entwicklung und Serienfertigung dieser Spezialteile, die Dank ihrer herausragenden Eigenschaften großes Potenzial für die Produktentwicklung bieten. In Österreich sind dies vor allem die Unternehmen pimtec GmbH in

**Seibersdorf, Ernst Wittner GmbH in Wien, sowie der Spritzgießmaschinenhersteller Wittmann Battenfeld GmbH in Kottlingbrunn. Die technischen Kompetenzen dieser Unternehmen reichen von der Rezepturenentwicklung und Verfahrenstechnik, über den Werkzeugbau bis zum Maschinenbau und ergänzen sich damit perfekt. Somit ist die gesamte Prozesskette lokal vorhanden.**

Kunststoffkomponenten haben unser Umfeld längst erobert, und zwar so erfolgreich, dass Metalle, vor allem Leichtmetalle viele Anwendungsbereiche an den Kunststoff verloren haben. Beispiele sind die Automobile, wo langsam aber stetig, der Kunststoffanteil auch im Motorumfeld zunimmt, oder eine bekannte Kunststoffuhr aus der Schweiz, deren Gehäuse seit vielen Jahren nicht mehr aufwändig aus Metall gefertigt wird, sondern fertig aus einer Spritzgießmaschine fällt. Doch wer weiß andererseits, dass in einem aktuellen Automobil durchschnittlich 5 bis 8 kg an Metallteilen stecken, die ebenfalls mit einem pulvermetallurgischen Herstellungsverfahren gefertigt wurden. Oder ganz naheliegend, wem ist bekannt, dass die Auflageplättchen von Zahnspangen Massenteile sind, die durch Metall-Spritzguss gefertigt werden, oder die Implantatschrauben für den Zahnersatz – und so weiter, und so fort. Wer weiß, dass der Mehrkomponenten-Spritzguss zur Kombination unterschiedlicher Materialien mit ihren unterschiedlichen Eigenschaften nicht auf Kunststoffe oder Elastomere beschränkt ist, sondern auch mit Metallen und Keramiken realisiert werden kann? Ein Beispiel ist die Kombination von nichtmagnetischen und magnetischen Werkstoffen zu einem Verbundbauteil für die Elektrotechnik. Wer weiß, dass auch Formteile aus Hartmetall nahezu nacharbeitsfrei über den Verfahrensschritt „Spritzgießen“ hergestellt werden können. In allen Fällen können die Formteile nicht nur im Labormaßstab, sondern auch in großen Serien und zu vertretbaren Kosten hergestellt werden (Abb.1). Diese sind wirtschaftlich umso interessanter, je höher der Innovationsgrad bzw. die Funktionsintegration sind.

### **MIM und CIM im Detail**

Ausgangspunkt des Herstellprozesses ist immer pulverförmiges Rohmaterial mit einer definierten Korngröße. Zur Verarbeitung des Pulvers - Metall oder Keramik - wird ein Bindemittel zugemischt, das den Zusammenhalt der Pulverpartikel während der Spritzgießverarbeitung sicherstellen soll. Dazu müssen in einem Mischprozess möglichst alle Werkstoffpartikel gleichmäßig und agglomerationsfrei mit dem Bindemittel ummantelt werden. Ursprünglich verwendete man zu diesem Zweck Bindemittel auf der Basis von Wachsen, deren nachfolgende Entfernung aber zeitaufwändig und technisch problematisch war. Neuere Bindemittelsysteme sind wasserlöslich, z. B. auf der Basis von Polyvinylalkohol, oder katalytische Binder, die auf der Möglichkeit des Abbaus von Polyoximethylen (POM)

durch starke Säuren beruhen. Bei letzterem wird der Binder von außen nach innen vom festen in den gasförmigen Zustand (Formaldehyd) übergeführt und anschließend verbrannt. In einem Folgeschritt wird das Material/Binder-Gemisch zu einem so genannten Feedstock in Form eines rieselfähigen Granulats konfektioniert. Das Granulat kann prinzipiell auf einer handelsüblichen Spritzgießmaschine verarbeitet werden. Einzige Voraussetzung dafür ist, dass die Plastifizier- bzw. Spritzeinheit und die Verfahrenssoftware auf die Materialeigenschaften des Feedstocks abgestimmt sind. Der Verfahrensablauf des Spritzgießens unterscheidet sich nur unwesentlich vom dem bei der Kunststoffverarbeitung. Der verarbeitete Feedstock wird im Schneckenaggregat erwärmt, das Bindemittel dadurch aufgeschmolzen und das Gemenge anschließend in ein gekühltes Spritzgießwerkzeug eingespritzt. Die Fahrbewegungen der Schließeinheit sind etwas langsamer und die Bremsphasen etwas sanfter als beim Thermoplast-Spritzguss üblich. Damit soll die, vergleichsweise sprödere Struktur des Spritzlings geschont werden. Die Formteile sind aber dennoch so stabil, dass sie in vielen Fällen frei fallend zu entformen sind, sehr empfindliche Teile müssen per Hand oder Roboter entnommen werden. Auch das Spritzgießwerkzeug unterscheidet sich nicht grundsätzlich von einem Werkzeug für Kunststoff-Formteile. Die wichtigsten Unterschiede beziehen sich auf die Angussauslegung – es kommen fast ausschließlich feste Anbindungen in Frage – und die zu berücksichtigenden viel höheren Schwindungswerte, bedingt durch den anschließenden Sinterprozess. Die Spritzgussteile, man spricht von „Grünlingen“, gehen vor dem Sintern zum „Entbindern“. Dies bezeichnet die Entfernung des Bindemittels aus dem Formteil. Abgestimmt auf die unterschiedlichen Binder werden dafür unterschiedliche Verfahren angewandt (siehe oben). Den Formteil ohne Binder, der allein durch die formschlüssige Verzahnung der Partikel erstaunlich stabil zusammenhält, bezeichnet man auf Grund seines geänderten Aussehens als „Brauteil“ oder „Blauteil“. Bei Keramiktteilen spricht man von einem „Weißeil“. Die bindemittelfreien Formteile gehen samt unterstützenden Aufnahmen in einen Sinterofen, wo sie „gebacken“ werden. Dabei verdichtet sich die Kornstruktur. Die Formteile erhalten die eigentlichen Materialeigenschaften und das Fertigmaß. Der gesamte Prozess ist sehr gut, d.h. in engen Toleranzgrenzen, reproduzierbar (Abb.2). Ebenso außergewöhnlich, wie das Herstellverfahren, sind auch die Eigenschaften und die Einsatzmöglichkeiten der damit produzierten Formteile. Der herausragende Vorteil des PIM (Powder Injection Moulding)-Verfahrens ist, dass konventionell nicht oder nur mit hohem Aufwand formbare Materialien serienmäßig zu Formteilen mit komplexen und präzisen Geometrien verarbeitbar sind. Beispiele sind Formteile aus pulvermetallurgisch hergestellten Metallen mit extrem hohen Schmelzpunkten, wie Wolfram, Tantal, Molybdän, aber auch Rostfrei-Stähle oder Oxid-Keramiken.

### **PIM-Formteile eröffnen völlig neue Anwendungsfelder**

Beispielhaft für das Potenzial derartig hergestellter Teile soll ein Produkt vorgestellt werden, das ein Resultat der Zusammenarbeit des Wiener Werkzeugbau-Unternehmens Ernst Wittner GmbH (Abb.7) mit dem Seibersdorfer Technologieentwickler Pimtec GmbH (Abb.3 und 4) und dem Spritzgießmaschinenhersteller Wittmann Battenfeld ist. Es handelt sich um den Kernbauteil eines Ionentriebwerkmoduls zur Lagepositionierung von Satelliten, der von der FOTEC (Forschungstochter der Fachhochschule Wiener Neustadt) für die Europäische Weltraumbehörde ESA entwickelt wird. Der so genannte Ionen-Emitter ist ein Ring mit einem Außendurchmesser von ca. 20 mm mit 28 Nadelfortsätzen und aus Wolfram gefertigt. Wie oben beschrieben, ist die Ausgangsbasis ein durch Spritzgießen geformter „Grünling“, der entbindert und anschließend gesintert wird (Abb.5a-c). Im konkreten Fall ist der Formteil nach dem Sintern noch nicht im Einbauzustand angekommen. Er muss nachbearbeitet werden. Dies betrifft die 28 Emitter-Nadeln, die durch einen elektrochemischen Prozess „angespitzt“ werden müssen (Abb. 6a). Im Einbauzustand ist der Emitter einer Treibstoffquelle, im konkreten Fall Indium, kombiniert und einer elektrischen Spannungsquelle ausgesetzt. Durch die poröse Sinterstruktur des Wolframs kann das Indium aufgenommen und bis zu den Spitzen transportiert werden. Im Spannungsfeld werden Indium-Ionen gebildet, die über die Spitzen austreten und dadurch eine Rückstoßkraft von einigen Milli-Newton erzeugen, genug, um im Zusammenwirken mit weiteren Einheiten einem Satelliten im All einen Positionierimpuls zu geben (Abb.6b). Bemerkenswert ist, dass mit Ausführung als einteilige Nadel-/Ring-Einheit gegenüber der Vorgängerausführung mit Einzelnadeln die Schubkraft deutlich gesteigert werden konnte und die Produktionszeit um 90% verkürzt werden konnte.

Ähnliche Qualitätsverbesserungen oder Leistungssteigerungen lassen sich bei vielen Anwendungen erzielen, z.B. bei der Verschleißfestigkeit von Fadenführungen in Webmaschinen oder ganz profan bei der Betriebsicherheit von Türschlössern.

### **Resümee:**

Das Innovationspotenzial der Formteile, die durch MIM (Metal Injection Moulding) und CIM (Ceramic Injection Moulding) hergestellt werden, ist beträchtlich, aber weithin noch ungenützt. Die Basis ist jedenfalls gelegt. Die österreichischen Unternehmen pimtec GmbH, Ernst Wittner GmbH und Wittmann Battenfeld GmbH verfügen über das Know-how und die Produktionseinrichtungen über die gesamte Prozesskette. Nun ist es an den Produktentwicklern und Rationalisierungsexperten, dieses Potenzial zu heben. Die österreichischen Kompetenzträger stehen als Ansprechpartner zur Verfügung.

Kontakt

Dipl.-Ing. Thomas Wilfinger  
pimtec GmbH  
Tel.: 0676 416 18 69  
E-Mail: [thomas.wilfinger@pim-technologies.com](mailto:thomas.wilfinger@pim-technologies.com)

Ing. Wolfgang Wittner  
Ernst Wittner Ges.m.b.H.  
Tel.: 01 982 61 48  
E-Mail: [office@wittner.at](mailto:office@wittner.at)

Dipl.-Ing.(FH) Wolfgang Roth, MSc  
Wittmann Battenfeld GmbH  
Tel.: 02252 404-5512  
E-Mail: [wolfgang.roth@wittmann-group.com](mailto:wolfgang.roth@wittmann-group.com)

Autor:  
Dipl.-Ing. Reinhard Bauer – TECHNOKOMM  
Tel.: 0699 815 797 58  
E-Mail: [office@technokomm.at](mailto:office@technokomm.at)

**über pimtec GmbH**

pimtec ist ein Spin-off des PIM Departments (Department for Powder Injection Molding) des Austrian Institute of Technology (AIT) in Seibersdorf, das von den Wissenschaftlern Dipl.-Ing. Thomas Wilfinger, Dr. Thomas Habenreich und Dr. Harald Klimesch gegründet wurde. pimtec verfügt nicht nur über das PIM-Know-how, sondern über Maschinen und Einrichtungen zur Abdeckung der gesamten Prozesskette der MIM- und der CIM-Produktion und zur Herstellung von kleinen und mittleren Serien.

pimtec GmbH  
Forschungszentrum Seibersdorf – Gebäude CE  
2444 Seibersdorf  
Tel.: 02254 727 14  
Internet: [www.pim-technologies.com](http://www.pim-technologies.com)

**über Ernst Wittner Ges.m.b.H.**

Das Werkzeugbauunternehmen Ernst Wittner GmbH wurde 1956 vom Vater des heutigen Geschäftsführers Ing. Wolfgang Wittner gegründet. In den ersten Jahren war man ausschließlich Zulieferbetrieben zur damals starken Wiener Elektroindustrie. Als ab 1989 die Kunden mit der Abwanderung in die östlichen Nachbarländer begannen, waren neue Ideen gefragt, denn ein Mitgehen in den Osten war nicht zu finanzieren. Ing. Wolfgang Wittner, seit 1986 Geschäftsführer setzte weiterhin auf Präzisionsteile, aber ab 2000 zunehmend als Entwicklungspartner für Forschungsanstalten, wie die TU Wien oder die Austria Research Centers GmbH, Seibersdorf, aber auch für Entwicklungsabteilungen von Hydraulikherstellern oder Erzeuger optischer Geräte. Neue Kompetenzen wurden aufgebaut. Dazu zählt vor allem die Beherrschung des MIM (Metal Injection Moulding)–Verfahrens und die Nutzung eines 3D-Lasers und einer Micro-Erodier-Fräsanlage zur Bearbeitung und Erzeugung von Mikrostrukturen

Ernst Wittner Ges.m.b.H.  
Missindorfstraße 21  
A-1140 Wien  
Internet: [www.wittner.at](http://www.wittner.at)

**über Wittmann Battenfeld / Kottlingbrunn**

Battenfeld ursprünglich 1876 als Metall verarbeitender Handwerksbetrieb in Meinerzhagen /Nordrhein-Westfalen gegründet ist heute ein österreichischer Maschinenbaubetrieb und Teil der Wiener Wittmann Gruppe. Ab 1948 hatte Werner Battenfeld in Meinerzhagen mit dem Bau von Spritzgießmaschinen begonnen. In den Folgejahren expandierte das Unternehmen auf der Basis zahlreicher Patente und Maschinenentwicklungen rasch zu einem der bedeutendsten Unternehmen im Kunststoffmaschinenbau. 1962 gründet Werner Battenfeld nach der Übernahme des ehemaligen HMW-Werks im niederösterreichischen Kottlingbrunn den zweiten Produktionsstandort außerhalb Deutschlands. Von 1977 bis 2005 ist Battenfeld Teil der Schloemann-Siemag AG (SMS), bleibt aber im Spritzgießmaschinenbau aktiv. In Meinerzhagen werden mittelgroße bis große Spritzgießmaschinen, in Kottlingbrunn, vor allem kleine und mittlere Maschinen und Automatisierungseinrichtungen gebaut. Ab 2005 wird unter der Führung eines Beteiligungsunternehmens die Spritzgießmaschinenproduktion in Kottlingbrunn konzentriert. 2008 wird Battenfeld von der österreichischen Wittmann Gruppe übernommen. Das gemeinsame Produktportfolio wird in Folge zusammengeführt, neu aufgestellt und ausgebaut. Es umfasst aktuell die gesamte Palette an Spritzgießmaschinen vom Mikro-Spritzguss, hydraulischen und elektrischen Klein- und Mittelmaschinen, bis zu neuen hydraulischen Großmaschinen mit 2-Platten Schließenheit. Neben Spritzgießmaschinen für die Kunststoffverarbeitung bietet Battenfeld auch Maschinen für den Pulver-Spritzguss von Metall und Keramik an. So gehört einer der weltgrößten Hersteller von MIM-Komponenten, die indische Indo-MIM zu den wichtigsten Kunden in diesem Produktsegment. Dort sind bereits 70 Spritzgießmaschinen ausschließlich für dieses Produktsegment im Einsatz.

Wittmann Battenfeld GmbH  
Wiener Neustädter Straße 81  
A-2542 Kottlingbrunn  
Tel.: 02252 404-0  
Internet: [www.wittmann-group.com](http://www.wittmann-group.com)

**Abbildungen:**

Foto: pimtec GmbH

Abb.2: Probeteile zur Demonstration einer Prozesskette: Ganz links der durch Spritzguss gefertigte „Grünling“, aus dem nach der Entbinderung der „Braunling“ (Mitte) entsteht. Durch Sintern entsteht der Reinmetall-Fertigteil – hier ein Formteil aus Niro-Stahl (rechts)



Foto: pimtec GmbH

Abb.3: Die Produktionsräumlichkeiten des Technologieunternehmens pimtec GmbH umfassen sämtliche Maschinen und Anlagen zur Herstellung von MIM und PIM-Formteilen. Die Möglichkeiten reichen von der Compoundierung der Pulver/Binder-Mischungen, über den Spritzguss, das Entbindern bis zum Sintern, sowohl für Keramik als auch Metall.





Foto: Autor

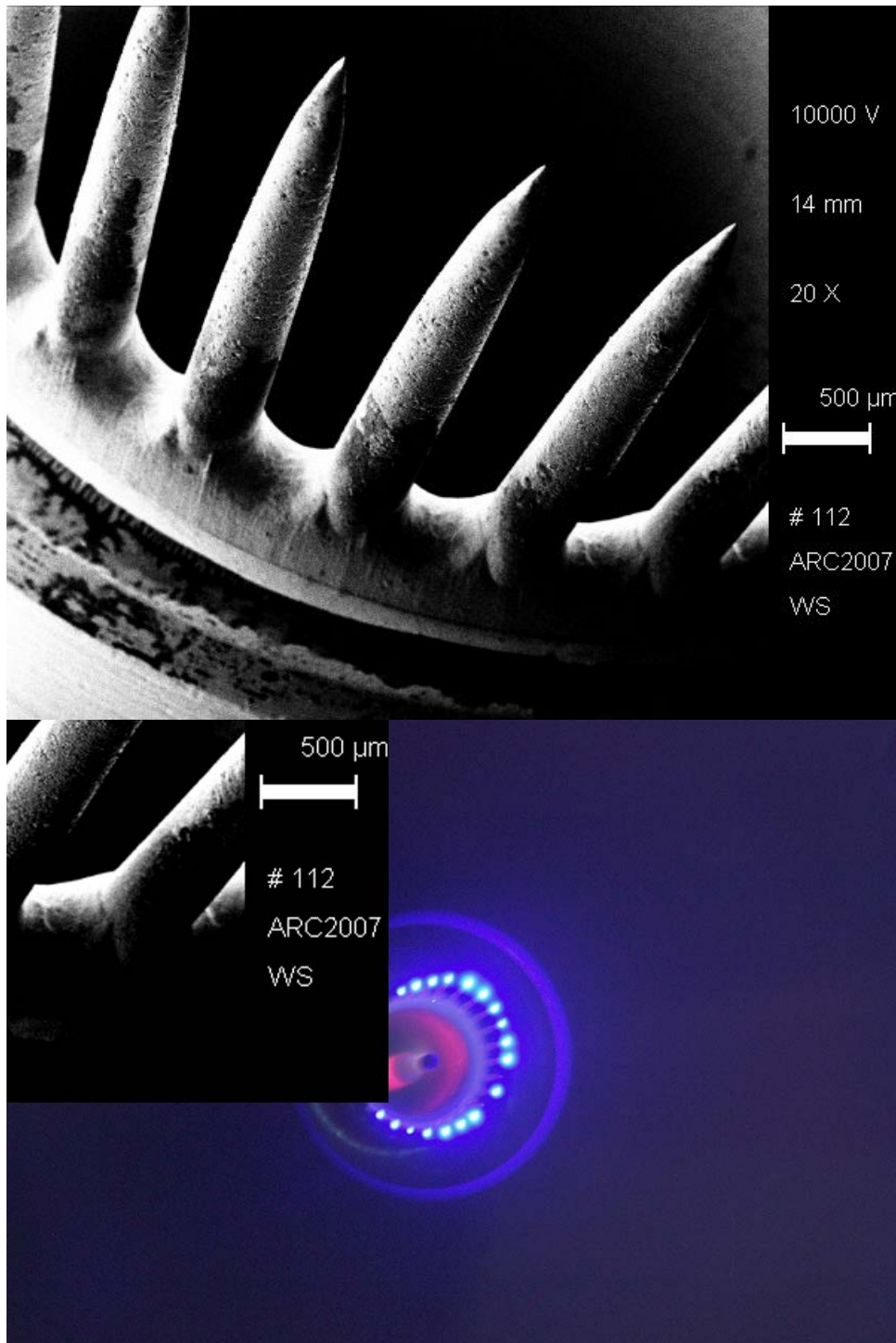
Abb.4: Dipl.-Ing. Thomas Wilfinger (Links) und Dr. Thomas Habenreich, zwei der drei pimtec-Gründer demonstrieren den Spritzgießprozess, mit dem ein Pulver/Bindemittel-Compound in Granulatform zu einem Formteil umgeformt wird.





Fotos: pimtec GmbH

Abb.5a-c: Produktbeispiel für einen ganz speziellen MIM-Teil aus Wolfram: Es handelt sich um den Emitter-Ring für einen Ionen-Antrieb eines Satelliten. Bild 4a zeigt die Spritzgießfertigung, Bild 4b den „Grünling“ nach dem Spritzgießen, Bild 4c den Formteil nach dem Sintern.



Fotos: pimtec GmbH

Abb.6a+b: Der Ionen-Emitter-Ring mit 28 Emitter-Nadeln nach der Fertigbearbeitung, bei dem die Nadeln elektrochemisch „angespitzt“ werden (Bild 6a) und im Betriebszustand mit gezündeter Ionenquelle (Bild 6b). Dabei wird in Vakuumumgebung (Weltraum) der Treibstoff, im konkreten Fall Indium, durch die Wolfram-Sinterstruktur aufgenommen, durch Anlegen einer Hochspannung ionisiert und durch die 28 Nadelspitzen emittiert. Die erzeugte Schubkraft im Milli-Newton-Bereich genügt zur Lageausrichtung eines Satelliten.



Foto: Ernst Wittner GmbH

Abb.7: Der Werkzeugbauer Ing. Wolfgang Wittner kann auf ein breites Spektrum von Entwicklungen und Spritzgießwerkzeugen sowohl für die MIM- als auch die CIM-Verarbeitung verweisen.