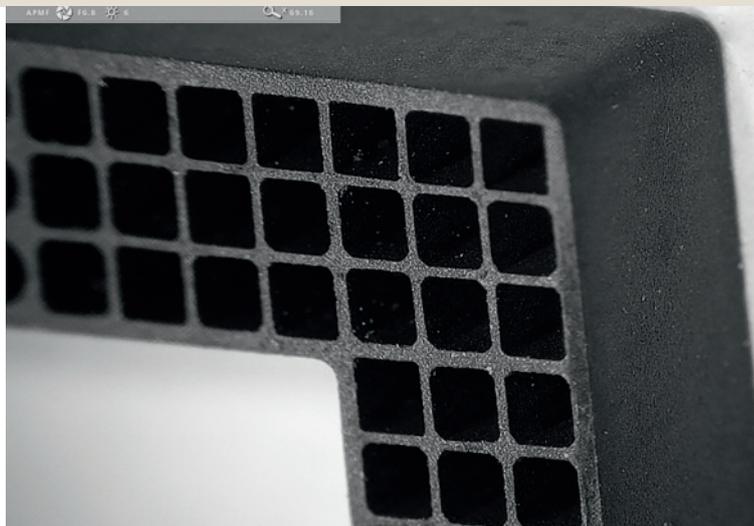


# Spritzgießen von Wolfram mit geringer Wanddicke

Mittels 3D-Lasersintern lassen sich komplexe Konturen von einer Vielzahl von Metallen erzeugen, allerdings weisen diese oft eine unzureichende Oberflächenqualität auf. Erst im Spritzguss gelang es bei einer **KOLLIMATORBLENDE** aus Wolfram, das Anforderungsprofil aus hohem Aspektverhältnis und glatter Wandung zu erfüllen.

**Bild 1. Prototyp einer Kollimatorblende: Die Machbarkeit des Wolfram-Dünnwand-Spritzgusses konnte auch bei eckigen Innenkonturen nachgewiesen werden. Die Oberflächenqualität der funktionskritischen Innenkonturen erreicht Werte von  $R_a = 0,7 \mu\text{m}$**



hardt die Entwicklung einer erodierbaren Keramik, die unter der Marke ›Dimacer‹ vertrieben wird. Sie findet ihren Einsatz beispielsweise bei Werkzeugformen für abrasive Materialien, wie sie beim Metal Injection Moulding (MIM) anzutreffen sind. Bei hoch beanspruchten Düsen- oder Kanengeometrien trägt diese Keramik dazu bei, die Standzeiten der Werkzeuge deutlich zu erhöhen und den Wartungsaufwand zu senken.

## FRANK DEITER

Wenn beim Unternehmen Leonhardt das Telefon läutet, geht es selten um klar umrissene und durchkalkulierte Aufträge; oftmals stehen an erster Stelle Fragen der prinzipiellen Machbarkeit. Um diese durchgehend beantworten zu können, leistet sich der mit 22 Mitarbeitern vergleichsweise kleine Formenbau-Spezialist aus Hochdorf nahe Esslingen einen ansehnlichen Maschinenpark, unter anderem zur Draht- und Senkerosion, zum 5-Achs-Simultanfräsen sowie zur Laser- und Ultrasonic-Bearbeitung. Seit Neuestem verfügt Leonhardt auch über ein voll klimatisiertes Spritzgieß-Technikum, das der Bemusterung und Fertigung kleiner Serien dient. Besondere Reputation genießt das Unternehmen bei der Herstellung optischer Funktionsflächen, bei Graveurarbeiten und in der Mikrobearbeitung.

### Entwicklung einer erodierbaren Keramik

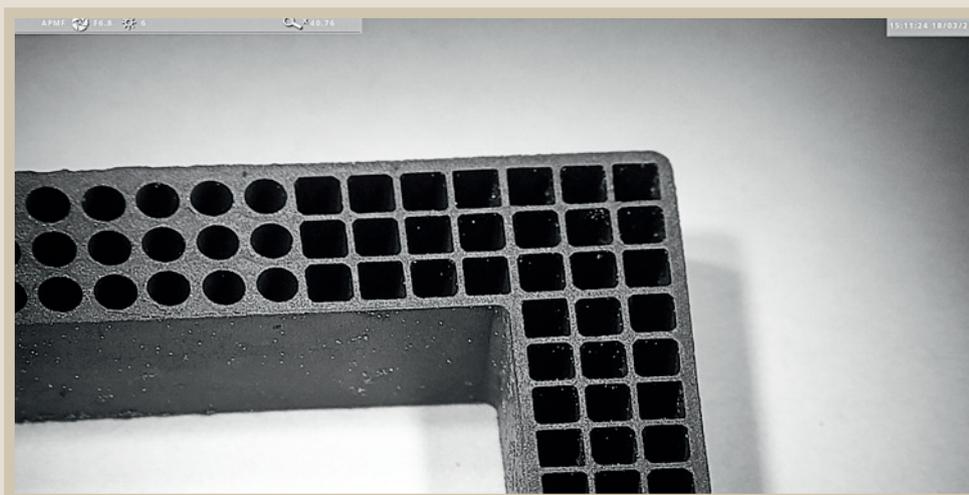
Einem umfassenden Beratungsansatz über die gesamte Prozesskette folgend, schreckt der Formenbauer nicht davor zurück, immer wieder technologisches Neuland zu betreten. Als Beispiel nennt Leon-

### Wolfram als harte Nuss

Wie weit sich das Unternehmen über die Grenzen eines klassischen Formenbauers hinausbewegt, zeigt ein weiteres Beispiel. Für einen Kunden aus der Medizintechnik galt es, den Prototyp einer Kollimatorblende zu fertigen und zu optimieren (**Bilder 1 und 2**). Hierbei handelt es sich um ein Bauteil mit einem filigranen Lochraster, das dazu dient, die Röntgenstrahlung eines Tomografen in einer bestimmten Raumrichtung zu filtern. Aufgrund seiner guten Abschirmungseigenschaften und hohen Dichte geriet als Material schließlich Wolfram in den Blick. Als problematisch erwies sich, dass das Schwermetall mechanisch nur schwer zu bearbeiten ist. Es gilt als besonders abrasiv, verfügt mit 3422 °C über den höchsten Schmelzpunkt aller Metalle sowie

#### > KONTAKT

HERSTELLER  
**Leonhardt e.K.**  
 D-73269 Hochdorf  
 Tel. +49 7153 9594-0  
 Fax +49 7153 9594-99  
[www.leonhardt-gravuren.de](http://www.leonhardt-gravuren.de)



**Bild 2. Herangetastet an die optimale Bindermischung:** Im ersten Schritt wurde anhand runder Innenquerschnitte die Fließfähigkeit untersucht. Ein Binder aus PEEK erzielte präzise und reproduzierbare Resultate

über eine hohe Dichte von  $19,25 \text{ g/cm}^3$ . Zu finden ist Wolfram als Glühwendel in Glühlampen, als Legierungsbestandteil von Hartmetall-Werkzeugen oder als Elektrodenwerkstoff.

### Grenzen des Lasersinterns

Beim Prototyping des filigranen Lochrasters kam im ersten Schritt das 3D-Lasersintern zum Zuge. Der Vorteil: Das Verfahren ist aufgrund des komplett digitalen Workflows für das Prototyping prädestiniert; iterative Konturänderungen können schnell umgesetzt werden. Auch hat die Komplexität der gewünschten Kontur kaum Auswirkungen auf den eigentlichen Prozess, was sich auch bei der Kollimatorblende positiv bemerkbar machte. Auf diese Weise konnten minimale Wandstärken von  $0,12 \text{ mm}$  bei einer Bauteilhöhe von  $7 \text{ mm}$  sowie scharf definierten Eckradien erreicht werden. Ein Nachteil des Lasersinterns trat dennoch deutlich zutage: die unzureichende Oberflächenqualität. Zwar ist der Laserstrahl imstande, eine  $\mu\text{m}$ -genaue Bewegung auszuführen, um die Kontur aus dem Pulverbett schichtweise zu generieren. Glatte Wände entstehen beim Schmelzen des körnigen Metallpulvers allerdings nicht.

### Lasergesinterte Oberflächen polieren

Um dieses Manko zu beheben, kommen im Anschluss an den 3D-Druck häufig Finishing-Verfahren zum Zuge, beispielsweise das Gleitschleifen oder thermische Strahlverfahren. Auch das Nachfräsen von Funktions- oder Sichtflächen kann Abhilfe schaffen, ist bei innenliegenden Konturen jedoch nicht praktikabel. Bei Leonhardt suchte man in Kooperation mit einem Forschungsinstitut die Lösung zunächst in einem elektrochemischen Polierprozess. Auf diese Weise ließ sich die Oberflächenqualität zwar verbessern, die verfahrensbedingte Porosität und Welligkeit konnte jedoch nicht auf das gewünschte Maß reduziert werden. Eine finale Ober-

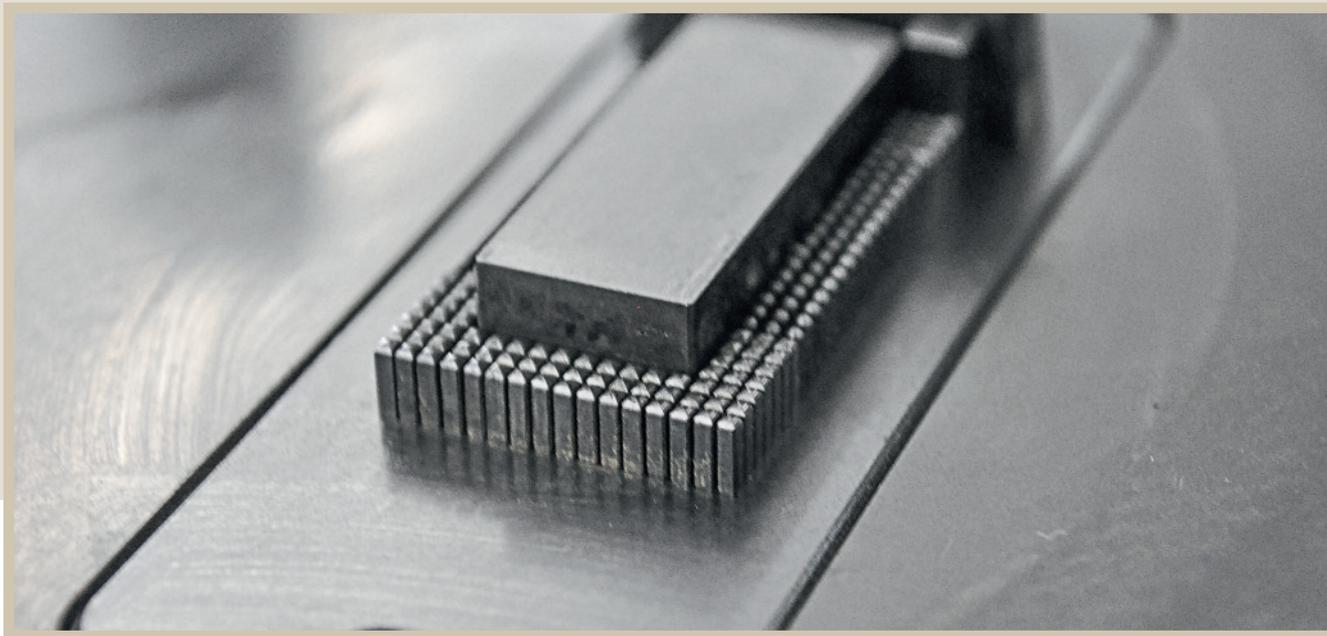


flächenqualität von  $R_a = 12,6 \mu\text{m}$  konnte den Ansprüchen der Strahlführung innerhalb der Kollimatorblende nicht genügen.

### Manchmal muss es eben MIM sein

Bei Leonhardt besann man sich indes alter Tugenden: Konnte die Lösung nicht im Metal Injection Moulding bestehen? Nach eingehender Recherche entschlossen sich Dr. Wolfgang Leonhardt und sein Team, diesen blinden Fleck zu tilgen. Dabei galt es, gleich eine Reihe von Hürden zu überwinden: Während für das MIM eine Reihe von Binderformulierungen standardmäßig zur Verfügung steht, gab es branchenweit keine Erfahrungen in der Verarbeitung von Wolfram. Die Wahl fiel schließlich auf ein Metall-Binder-Compound aus Wolfram und PEEK, dessen Fließfähigkeit erst nach zahlreichen werkstofftechnischen Versuchen gewährleistet werden konnte. »Für diese Art des Wolfram-Spritzgusses haben wir das Patent in kürzester Zeit erteilt bekommen«, verkündet der Firmenchef nicht ohne Stolz (Bild 3).

**Bild 3. Klimatisiertes Spritzgieß-Technikum:** Von der Planung bis zur Bemusterung reicht die Palette von Dr. Wolfgang Leonhardt, Geschäftsführer des Formenbau-Spezialisten. Dazu stehen drei ›Allrounder-Spritzgießmaschinen zur Verfügung



### Iterative Werkzeugentwicklung

Mit noch größerem Entwicklungsaufwand verbunden war allerdings die Konstruktion des Werkzeugs, immerhin sollte der finale Kollimator über ein Raster von 460 leicht konischen Löchern verfügen. Um die prinzipielle Machbarkeit zu untersuchen, wurden im ersten Anlauf zylindrische Kerne mit runder Geometrie verwendet und die Bauteilhöhe auf 5 mm festgelegt. Im Weiteren wurden eckige Kerne getestet und die Wanddicken auf 0,1 bis 0,15 mm reduziert. Werkzeugmachermeister Gunnar Schmorl benennt das zentrale Problem: »Besonders die Entformung ist bei diesen dünnen Wänden natürlich äußerst heikel (Bild 4). Die filigranen Komponenten sind zudem einer sehr hohen Beanspruchung ausgesetzt.« Auch diese Hürde konnte schließlich genommen werden.

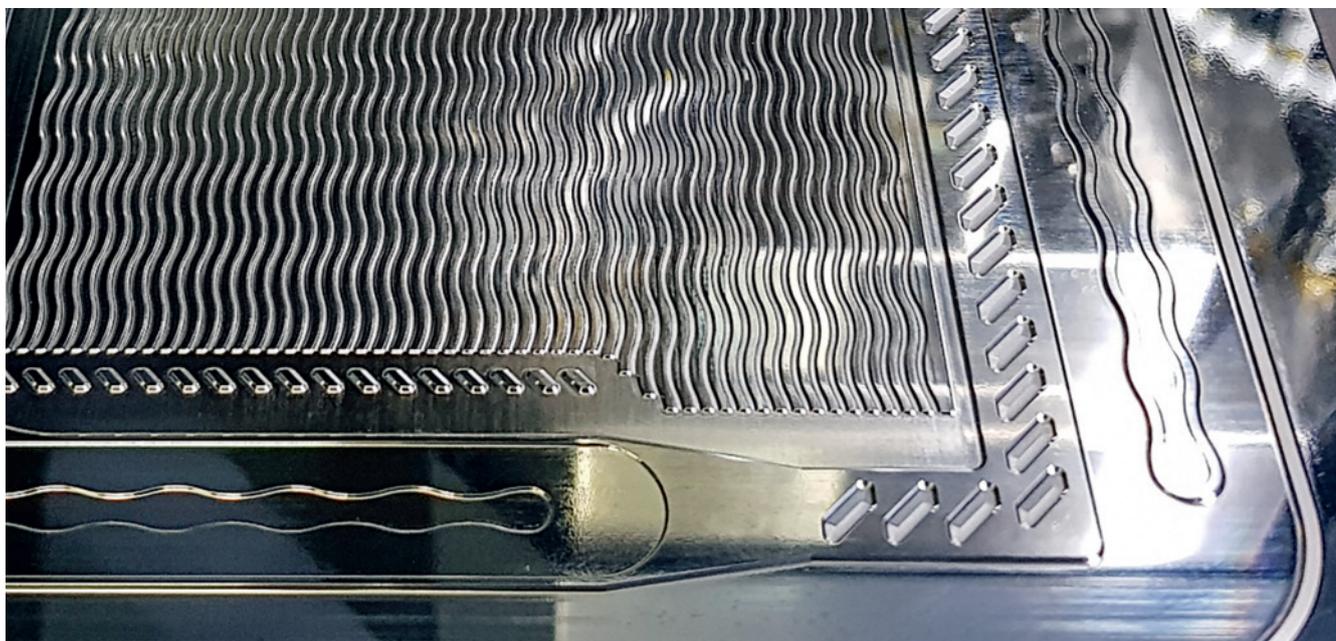
**Bild 5. Ausschnitt aus einem gefrästen Prägestempel für Bipolarplatten:** Auch bei Flächen von einer DIN-A4-Seite gilt es, Oberflächen in Schleifqualität zu erzielen

**Bild 4. Werkzeugeinsatz für das Spritzgießen des Wolfram-PEEK-Compounds:** Die extrem dünnwandigen Strukturen stellen die Entformung vor Probleme

Die Kollimatoren erreichen zudem auch ohne den sonst üblichen Sinterschritt die nötigen Festigkeitswerte und verfügen mit Werten von  $R_a = 0,7 \mu\text{m}$  auch über die nötige Oberflächenqualität.

### Entformung bei geringer Wandstärke

Als nächste Entwicklungsstufe gilt es nun, ein Werkzeug mit konischen Kernen zu konstruieren, die sich noch dazu in separaten Winkeln einzeln entformen lassen. Leonhardt dazu: »Wir sind überzeugt, dass wir das schaffen können. Aktuell wird das Projekt allerdings nicht weiterverfolgt.« Auch ohne den letzten



Bilder: Leonhardt (5), Deiter (4, 6)



**Bild 6. Teilansicht einer filigran strukturierten Bipolarplatte für eine Brennstoffzelle: Es gilt, eine Planparallelität der Bleche von wenigen Mikrometern zu erreichen**

Schritt gegangen zu sein, sieht sich Leonhardt in seiner Herangehensweise bestätigt. Schließlich sieht er auch abseits der Kollimatorblende weitere Zukunftsperspektiven für das Spritzgießen von Wolfram: »Nach unseren Recherchen gibt es aktuell kein weiteres Unternehmen, das Wolfram auf diese Art verarbeiten kann. Wir haben in diesem Projekt nicht nur viel gelernt, sondern uns ein weiteres Alleinstellungsmerkmal angeeignet.«

### Prägen von Bipolarplatten für Brennstoffzellen

Der Blick des Unternehmens richtet sich indes auf weitere Zukunftsfelder, für die Leonhardt prädestiniert ist. Ausgehend von den Kompetenzen in der Herstellung von mikrostrukturierten und optischen Funktionsflächen gelang es bereits, hochpräzise Prägestempel für Bipolarplatten zu fertigen, wie sie in Brennstoffzellen verwendet werden. Leonhardt dazu: »Die Bleche mit einer Wandstärke von 0,075 mm und künftig 0,05 mm sind in einer Parallelität von 2 µm zu fertigen. Bei Maßen der Bleche von einer DIN-A4-Seite ist das eine sehr anspruchsvolle Aufgabe. Mit den Hochpräzisions-Bearbeitungs-

zentren der Modelle »iQ300« und »iQ500« des japanischen Herstellers Makino beherrschen wir das µm-genaue Glanzfräsen mit Rautiefen von  $R_z = 0,2 \mu\text{m}$ .« **(Bilder 5 und 6)**

### Von der Planung bis zur Bemusterung

Auch vom Mikrofräsen von Hologrammen für den Produktschutz schreckt Leonhardt nicht zurück und präsentiert dazu einige Musterbauteile. Und auch hier folgt Leonhardt seiner Prämisse, alle Aspekte der Prozesskette zu beherrschen und dieses Know-how in die Beratung des Kunden einfließen lassen zu können, denn: »Je diffiziler die Aufgaben, desto mehr Einflussfaktoren können am Ende den Ausschlag über Erfolg und Misserfolg geben. Von uns bekommt der Kunde alle Leistungen für seine mikro- und feinwerktechnischen Aufgaben aus einer Hand, was die Evaluierungsschritte beim Kunden vereinfacht oder vollständig verzichtbar macht.« ■

MI110680

## Kern Microtechnik

Präzisionsmaschinenbau | Fertigungsprozesse | Teilefertigung

Bauen Sie auf die innovativen Fertigungslösungen von KERN. Inspiriert durch unsere Kunden, erprobt und optimiert in unserer bekannten Teilefertigung. 40 Jahre Erfahrung im Präzisionsmaschinenbau und der Fertigung garantieren optimale Lösungen für Ihren Betrieb.



Sprechen Sie uns an - unsere Experten aus der Anwendungstechnik unterstützen Sie bei Ihren Herausforderungen.

Maschine + Prozess von KERN =  
DIE Formel für Ihren dauerhaften Erfolg



## Die KERN Micro Plattform Neue Dimension der Fünffachspräzision

Auf Basis der Kern Micro Plattform bieten wir unseren Kunden stets eine passende Lösung in der hochproduktiven Fünffach-Bearbeitung



Informieren Sie sich bei Ihrem Gebietsverkaufsleiter oder unter [www.kern-microtechnik.com](http://www.kern-microtechnik.com)