

# 3D gedruckter Heißkanalverteiler für große Stückzahlen im präzisen Mikrospritzguss

HASCO Streamrunner® macht es möglich

Bild 1:  
HASCO Streamrunner® – Additive Fertigungstechnologie für höchste Gestaltungsfreiheit

Auch im Mikrospritzguss steigen die geforderten Stückzahlen inzwischen in Millionenhöhe. Wissenschaftler des Kunststoff-Zentrums in Leipzig gGmbH (KUZ) entwickelten zusammen mit HASCO eine Technologie zur wirtschaftlichen Fertigung auf konventionellen Spritzgießmaschinen.

Spritzgegossene Mikroformteile in Größen mit einigen Kubikmillimetern und wenigen Milligramm Schussgewicht verzeichnen gerade in der Medizintechnik, der Automobilindustrie oder der Consumer Elektronik einen ständig wachsenden Bedarf. Hier sind Stückzahlen im dreistelligen Millionenbereich keine Seltenheit mehr. Der Bedarf kann grundsätzlich auf zwei Wegen erreicht werden. So können neben einer größeren Anzahl dedizierter Mikrospritzgießmaschinen mit vergleichsweise kleinen Fachzahlen, entsprechend hohe Stückzahlen durch den Einsatz hochfachiger Werkzeuglösungen mit Standard-Spritzgießmaschinen – mit entsprechendem Zusatzaufwand – erzielt werden. Ersteres bietet zwar eine höhere Prozesssicherheit und geringere Ausfallwahrscheinlichkeit, ist aber hinsichtlich des Invest- und Platzbedarfs nicht nur finanziell wesentlich aufwändiger. Die zweite Variante bietet also erhebliche ökonomische Vorteile, bringt aber andere, zumeist prozesstechnische Herausforderungen mit sich.



Bild 2: Mikrospritzguss im KUZ-Technikum: (i.B.v.l.) Tobias Kröber/Technischer Verkäufer HASCO hot runner, Dr. Gábor Jüttner/Teamleiter Mikrokunststofftechnik und Steffen Jacob/Projektleiter am KUZ

Die Expertinnen und Experten des Kunststoff-Zentrums in Leipzig (KUZ) beschäftigen sich bereits seit Ende der 1990er Jahre mit dem Mikrospritzguss [1]. Dr. Gábor Jüttner, Teamleiter in der Mikrokunststofftechnik, gibt einen Einblick in das technologische Prinzip: „Zu den ersten Projekten gehörte die Entwicklung unserer Mikrospritzgießmaschine „formicaPlast“ mit Zweistufen-Kolbenspritzeinheit.“ Dabei wird das Granulat zunächst im Vorplastifizierzylinder aufgeschmolzen und durch den Vorplastifizierkolben in den Einspritzzylinder gefördert. Von dort schiebt ein servoelektrisch angetriebener Mikrokolben von wenigen Millimetern Durchmesser sehr präzise eine entsprechend kleine Schmelzemenge in die Kavität. Da diese Technologie jedoch für schonende und präzise Verarbeitung von sehr kleinen Schmelzemengen von ca. 4 bis 400 mm<sup>3</sup> ausgelegt ist, stößt eine Hochskalierung schnell an ihre Grenzen.

### Immer höhere Stückzahlen

„Als vor rund drei, vier Jahren erkennbar wurde, dass einige hunderttausend Stück Ausbringung für mehr und mehr Applikationen nicht mehr ausreichen, haben wir uns der Aufgabe der hochfachigen Präzisionsfertigung für Mikroformteile gestellt“, erklärt Steffen Jacob, Projektleiter am KUZ.

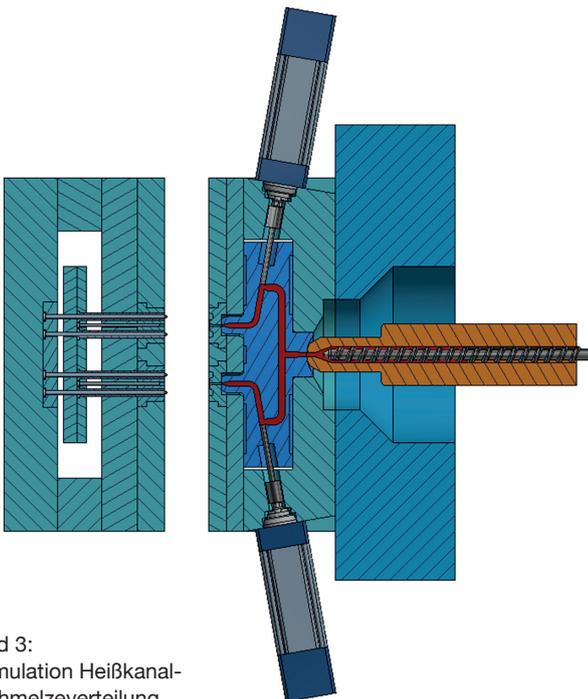


Bild 3:  
Simulation Heißkanal-  
Schmelzeverteilung

Im Rahmen des öffentlich geförderten Vorhabens Scale-Mi [2] wurde in den letzten zwei Jahren eine Erweiterung der oben genannten servoelektrischen Mikrokolbentechnik auf eine höhere Kavitätenzahl entwickelt. Bei diesem Lösungsansatz wird die Schmelze von der Plastifiziereinheit einer konventionellen Schnecken-Spritzgießmaschine in einen Heißkanal-Schmelzeverteiler gespeist und dort auf beispielsweise vier Spritzmodule aufgeteilt. An jedem dieser Module spritzt eine Mikrokolbenspritzeinheit aktiv in einen Werkzeugbereich mit



Bild 4:  
Familienwerkzeug  
mit 4 verschiedenen  
Spritzmodulen  
und individueller  
Anspritzung

beispielsweise je vier Kavitäten ein. So kann in diesem Beispiel eine 16-fach Produktion erreicht werden. Auf diese Weise werden die Vorteile der Schnecken-/Kolbenplastifizierung zur Bereitstellung einer Schmelzemenge für höhere Stückzahlen mit den Vorteilen der Einspritzdynamik und Präzision von kleinen Kolbenspritzeinheiten kombiniert.

Da jedes der Spritzmodule, in einem gewissen Rahmen, individuell hinsichtlich Schussvolumen, Einspritzgeschwindigkeit, etc., geregelt beziehungsweise eingestellt werden kann, können hier auch unterschiedliche Formteile hergestellt werden. So ist die Realisierung von Familienwerkzeugen ohne die üblichen Nachteile möglich.

Diese Kombination der speziellen Mikrokolbentechnik mit einem Heißkanalverteiler stellt allerdings eine große Herausforderung für die Herstellung der schmelzeführenden Kanäle dar.

### 3D gedruckter Heißkanal spart Platz und optimiert Rheologie

Hier ermöglicht der additiv hergestellte Streamrunner® von HASCO nicht nur erhebliche Platzeinsparungen, sondern durch eine optimierte Schmelzkanalgeometrie kann die vorgehaltene Schmelzemenge möglichst geringgehalten und so die Verweilzeit der Schmelze minimiert werden.

Die additive Fertigungstechnologie (selektives Lasersintern – SLS – von Stahlpulver) des Heißkanalverteilers bietet höchste Gestaltungsfreiheit und kann individuell für jede spezifische Aufgabenstellung entwickelt und auf Basis von Füllsimulationen rheologisch optimal ausgelegt werden.

„Durch die freie dreidimensionale Gestaltung

der Massekanäle ist es möglich, die Schmelzeverteilung optimal auszubalancieren und scharfe Kanten sowie schlecht durchströmte Bereiche, sprich tote Ecken, komplett zu vermeiden“, so Tobias Kröber, Technischer Verkäufer von HASCO hot runner. „Durch die eingesetzten flexiblen Rohrheizkörper erreichen wir auch eine optimale Temperaturverteilung, was ebenfalls zu einer materialschonenden Schmelzeführung beiträgt.“ Die durch den 3D Sinterprozess noch recht rauen Oberflächen der Fließkanäle werden poliert, indem eine spezielle feine aber dennoch ausreichend abrasive Poliermasse mit Druck durch die Fließkanäle geschoben wird. So sind Oberflächengüten von Rz 2-3 erreichbar.

### Mikro-Einspritzkolben in Streamrunner® integriert

In einer gemeinsamen Entwicklung mit HASCO integrierten die Wissenschaftler des KUZ nun je Spritzmodul einen Mikro-einspritzkolben von nur 3 Millimetern Durchmesser kavitätsnah in den Schmelzkanal des Streamrunners. Der modulare Aufbau des Streamrunners ermöglicht die Realisierung mehrerer solcher Spritzmodule bei gleichzeitig ausgezeichneter Synchronisation der Masseverteilung.

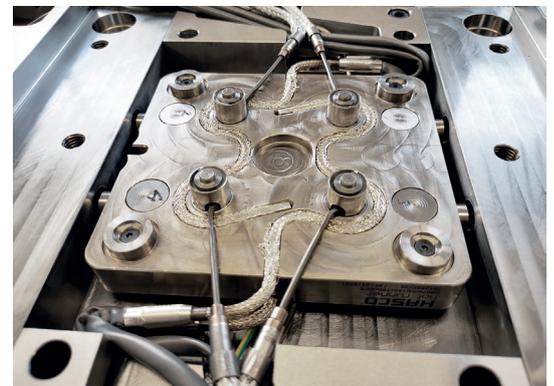


Bild 5: Additiv gefertigter Heißkanalverteiler HASCO Streamrunner® ermöglicht optimale Masseverteilung

„Wir arbeiten schon lange immer wieder mit HASCO in Entwicklungsprojekten zusammen und nun kam der Streamrunner® für uns genau zur richtigen Zeit, nicht nur aufgrund der erheblichen Platzeinsparmöglichkeiten,“ so Steffen Jacob. „Im Rahmen dieses Entwicklungsprojektes haben wir die Bereitschaft von HASCO, etwas Neues auszuprobieren, wieder einmal sehr geschätzt.“

So wurden die Bohrungen für die Mikrokolben von HASCO bereits beim 3D Druck vorgefertigt und dann später im KUZ mit der entsprechenden Feinpassung fertig erodiert und geschliffen.

„Hier war eine besondere Herausforderung, die vorgefertigten Bohrungen und die Schmelze-kanäle möglichst präzise in dieselbe Ebene zu legen“, ergänzt Tobias Kröber.

Für die Demonstration der Funktionalität und zur Herausarbeitung der Vorteile des Systems, mit dem Ziel einer Stückzahlerhöhung im Mikrospritzguss wurden mehrere Demonstra-tionsformteile entworfen. Zur Untersuchung der Ausbalancierung des Schmelzeverteilers wurde eine kleine Fließspirale mit 58 mm<sup>3</sup> Volumen und 17,4 mm Durchmesser erstellt. Über die erreichte Fließweglänge und das Formteilgewicht wird eine Beurteilung der Ausbalancierung vorgenommen. Eine kleine Klemme in 4-fach Ausführung zu je 6 mm<sup>3</sup> mit 4 aktiven Einspritzantrieben und damit der Fachzahl 16 dient zur Herausarbeitung der Vorteile des Konzeptes.

#### **Mit weniger Ausschussartikeln zur neuen Farbe**

Die strömungsoptimierte Gestaltung der po-lierten Massekanäle ermöglicht als weiteren



Vorteil auch einen raschen Farbwechsel. Im Versuch mit dem Formteil „Klemme“ hat sich gezeigt, dass ein Formmasse- oder Farbwechsel mit 2-maligem Durchspülen des Schmelzeverteilers mittels Durchspritzen mit dem Spritzaggregat realisierbar ist.

Bild 6:  
Ausbalancierung  
des Schmelzever-  
teilers am Beispiel  
Fließspirale

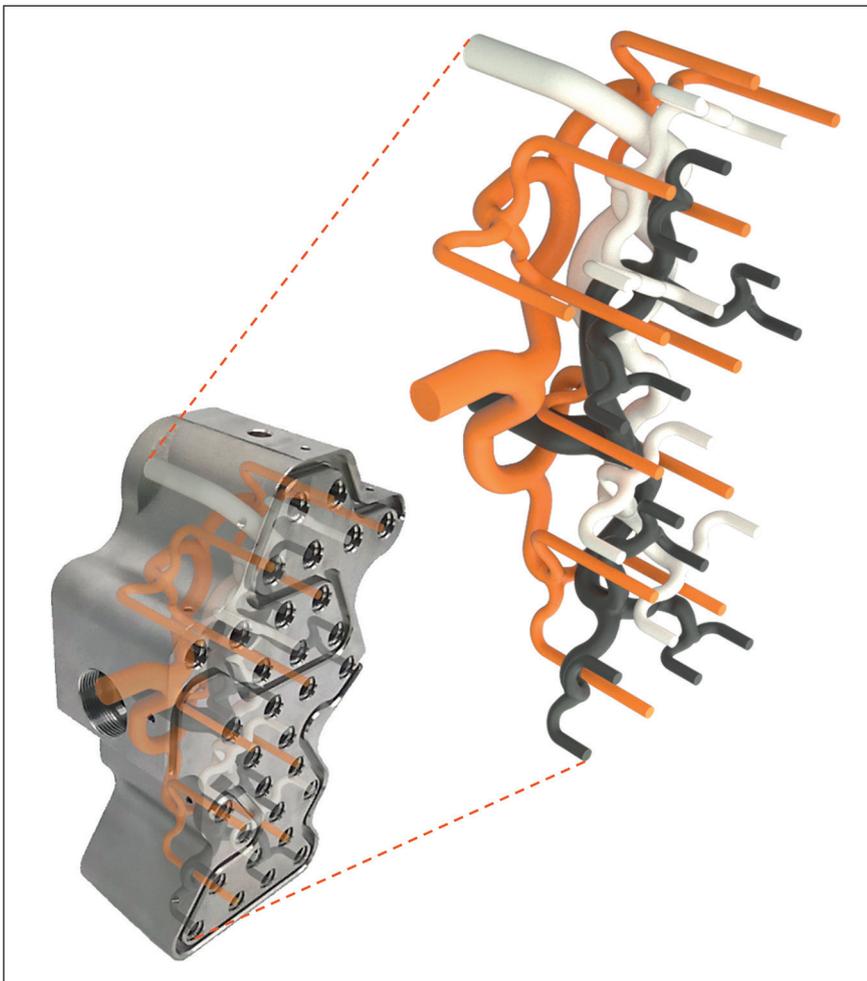


Bild 7:  
HASCO Streamrunner® Multicolour – Mehrkomponentenspritzguss auf neuem Niveau  
(Bilder 1, 2, 6, 7: HASCO;  
Bilder 3, 4, 5: KUZ)

mit 4-fach Werkzeugen im 1. Jahr Gesamtkosten (Investitionen- ± und Herstellkosten) von knapp 7 Mio. EUR. Demgegenüber schlägt eine Fertigung auf drei Standardmaschinen mit 16-fach Werkzeugen und der vom KUZ entwickelten Zusatzausrüstung Scale-Microinjector mit nur knapp 1,7 Mio. EUR zu Buche.

**Fazit**

Der additiv gefertigte Streamrunner® von HASCO ermöglicht größere Gestaltungsspielräume für den Ein- und Mehrkomponentenspritzguss. Mit modernsten Fertigungstechnologien ergeben sie so neue Möglichkeiten für Formenbauer und Spritzgießer. Der Streamrunner® ist ein im Lasersinterverfahren 3D gedruckter Heißkanalverteiler mit höchsten Freiheitsgraden in der Konstruktion. Dabei können die Fließkanäle rheologisch optimal ausgelegt werden, so dass beispielsweise scharfe Kanten sowie schlecht durchströmte Bereiche komplett vermieden werden.

**Auch Mehrkomponenten Spritzguss möglich**

Erstmals zur K2019 vorgestellt, zeigte HASCO zur Düsseldorfer Welt-Kunststoffmesse in diesem Jahr die Möglichkeiten des Streamrunners auch für eine Mehrkomponentenfertigung. Durch die freie dreidimensionale Gestaltung der Massekanäle ergeben sich hier völlig neue Möglichkeiten. Verschiedene Kunststoffkomponenten bzw. Farben können auf engstem Raum verteilt und die Kanäle ineinander verschlungen werden. Dies ermöglicht Produktdesignern, bisherige Einschränkungen bei der Gestaltung von Kunststoffformteilen zu überwinden und neue Designoptionen zu nutzen.

**Scale-Microinjector wirtschaftlicher als viele Mikrospritzgießmaschinen**

Zum Schluss noch einmal ein Blick auf die Ökonomie. Die Wissenschaftler des KUZ haben für ein Beispiel eines Demonstrationsformteils von rund 10 mm<sup>3</sup> Volumen und einem Fertigungsvolumen von 30 Millionen Stück einen Kostenvergleich aufgestellt. Auf der einen Seite erfordern 14 Mikrospritzgießmaschinen

mit 4-fach Werkzeugen im 1. Jahr Gesamtkosten (Investitionen- ± und Herstellkosten) von knapp 7 Mio. EUR. Demgegenüber schlägt eine Fertigung auf drei Standardmaschinen mit 16-fach Werkzeugen und der vom KUZ entwickelten Zusatzausrüstung Scale-Microinjector mit nur knapp 1,7 Mio. EUR zu Buche.

Die Kombination mit der Scale-Microinjector-Technologie des KUZ ermöglicht die Fertigung hoher Stückzahlen im Mikrospritzguss auf konventionellen Spritzgießmaschinen. Die nächsten Schritte der Leipziger sind unter anderem die Erweiterung des Einsatzbereiches der neuen Werkzeug- und Verfahrenstechnik sowie die Langzeiterprobung entsprechender Systeme.

**Literatur**

[1] Jüttner, G.: Plastifiziereinheiten für kleinste Schussgewichte. Kunststoffe 94 (2004)1, S. 53 - 55  
[2] Jacob, S.: Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Scale-Mi 49VF190007, BMWK INNO-COM

**Dank**

Das KUZ-Team dankt für die Förderung des Forschungsvorhabens „Scale-Mi 49VF190007“ durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.