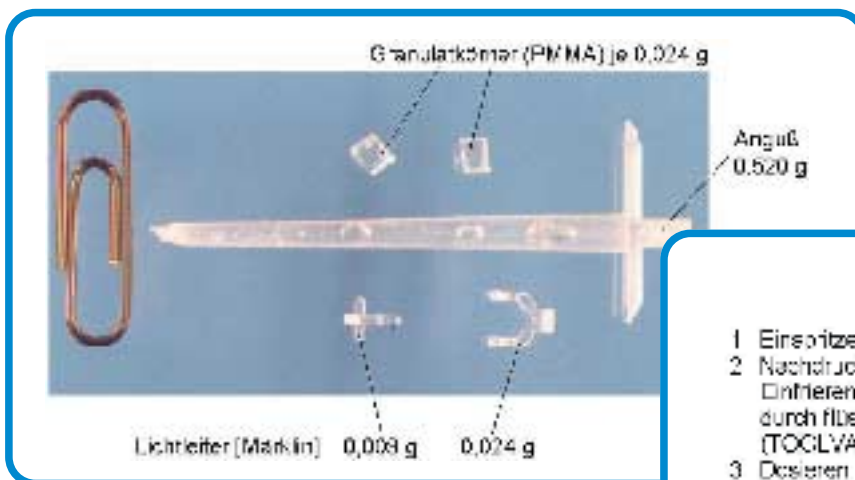


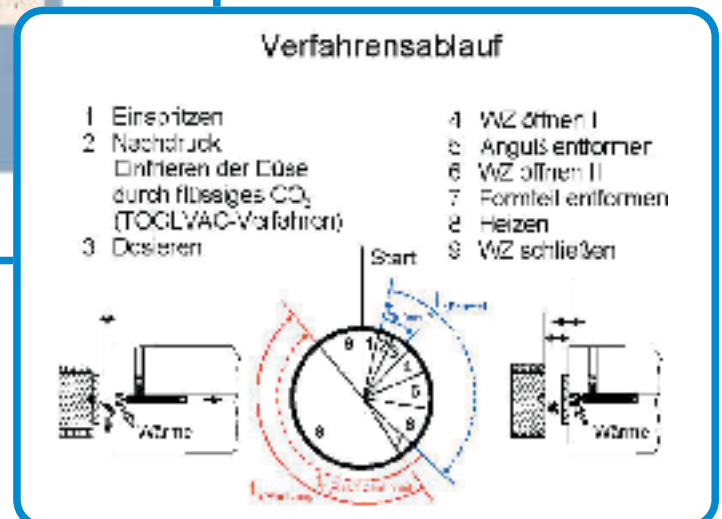
Eine Spritzgießmaschine für kleinste Schußgewichte



# Kleines Bauteil – großer Anguß



Die Bauteile mit extrem kleinem Formteilgewicht haben durch den großen Anguß einen Abfallanteil von häufig über 90%



Die Mikrotechnik ist auf dem Weg von der Prototypenentwicklung zu Serienprodukten. Für die Umsetzung von Laborlösungen in die Praxis müssen in einigen Bereichen noch die fertigungstechnischen Voraussetzungen geschaffen werden. Auch beim Spritzgießen von Mikrobauteilen ist das Potential für Innovationen noch groß.

Die neue Technologie für die Verschlußdüse ist zum Patent angemeldet

Heute werden Bauteile, die ein Gewicht von wenigen Milligramm aufweisen, mit Angußsystemen hergestellt, die einige hundert Milligramm wiegen, um das Mindestschußgewicht der Maschine zu erreichen. Der erhebliche Abfallanteil von häufig über 90 % und die Zykluszeitverlängerung durch die steigende Kühlzeit verursachen unnötige Kosten.

auf minimal 14 mm. Das bedeutet, daß bei einem Schneckenweg von 1 mm ca. 0,185 g PMMA-Schmelze eingespritzt werden. Ein Granulatkorn PMMA wiegt 0,024 g, während viele Mikrobauteile ein geringeres Formteilgewicht aufweisen.

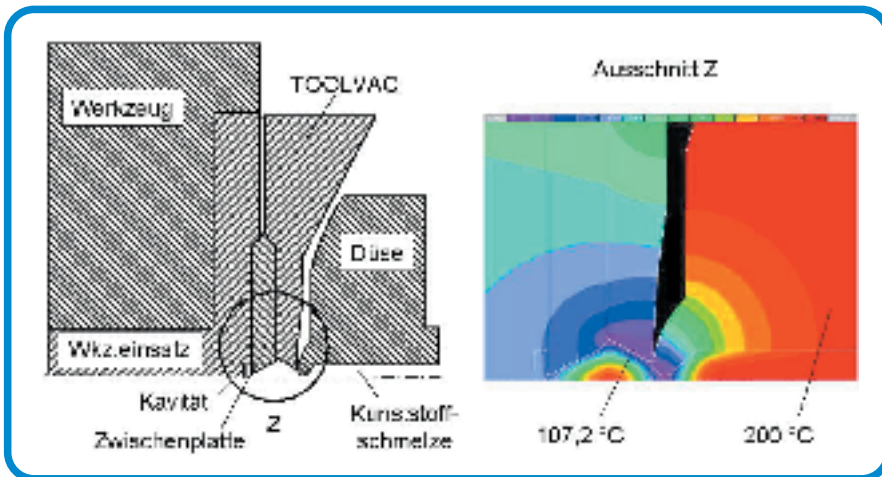
Aus der Forderung nach geringeren Schußgewichten ergeben sich folgende maschinenbauliche Probleme: Die Mindestgangtiefe, die benötigt wird, um Standardgranulatkörner zu verarbeiten sowie der mechanisch notwendige Restkerndurchmesser begrenzen den Durchmesser der Plastifizierschnecke

## Partnerschaft

Um in neue Dimensionen beim minimalen Schußgewicht vorzustoßen (< 0,01 g), haben das IKV, Aachen, und die Firmen Ferromatik Milacron, Malterdingen, Otto Männer Heißkanalsysteme, Bahlingen, mit Unterstützung der AGA Gas, Hamburg, eine neue Spritzgießmaschinentechnik entwickelt.



Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Walter Michaeli leitet das Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) an der RWTH Aachen. Dipl.-Ing. Alrun Spennemann ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am IKV und dort im Bereich Mikrospritzgießen/Maschinenteknik tätig.



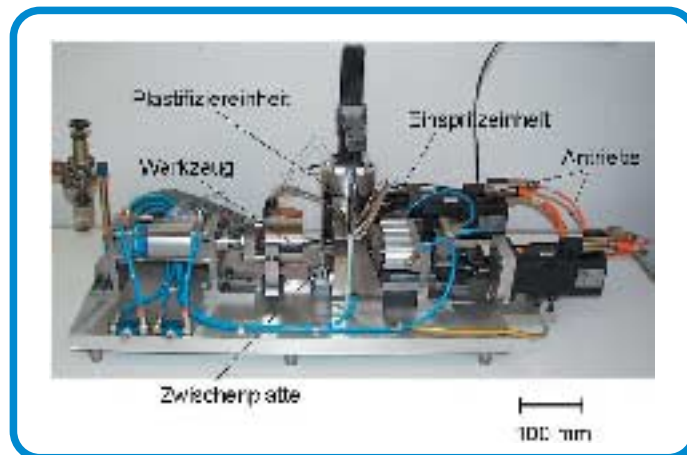
Berechnete Temperaturverteilung für die Flachdüse bei einer Kühlzeit von einer Sekunde

### Neue Technologie für thermische Verschlussdüse

Das Funktionsprinzip der neuen Technologie ist zum Patent angemeldet. Die benötigten kleinen Schmelzemengen werden durch reine Wärmeleitung in einem elektrisch beheizten Zylinder aufbereitet, mit einem Kolben vordosiert und mit einem weiteren Kolben, der einen Durchmesser von 2 mm hat und auf 0,02 mm genau verfahren werden kann, eingespritzt. Ein zentrales Element für die Funktion der Maschine stellt die Düse dar. Diese wird elektrisch beheizt und durch Zufuhr von flüssigem CO<sub>2</sub> extrem schnell abgekühlt (TOOLVAC-Verfahren). Auf diese Weise wird der Anguß nach der Einspritz- und Nachdruckphase verschlossen, um das fertige Bauteil entformen und neu dosieren zu können. Dieses Verfahren reduziert den Anguß auf etwa 15 bis 20 mg.

### Theoretische Auslegung ...

Die Funktionsfähigkeit dieses Konzepts einer thermischen Verschlussdüse konnte anhand von Simulationsrechnungen mit der IKV-Software CADMOULD/MEX nachgewiesen werden. Das Bild der Temperaturverteilung zeigt links die berücksichtigten Geometrielemente im Angußbereich der Maschine. Im rechten Teil des Bildes ist das Ergebnis der Berechnung der Kühlphase nach 1 s Kühlzeit dargestellt. Die höchsten und niedrigsten Temperaturen, die auftreten, sind gekennzeichnet. Bei der vorliegenden Konstruktion friert der Dü-



Temperaturmessungen und Plastifizieruntersuchungen werden mit einer Prototypmaschine durchgeführt (Bilder IKV, Aachen)

senbereich so weit ein, daß in der vorgesehenen Heizzeit von 5 s Düse und Einspritzkanal nicht wieder auf Schmelztemperatur aufgeheizt werden können, so daß sich die Zykluszeit verlängert. Daher wurde die Konstruktion überarbeitet und eine Isolierscheibe angebracht. Simulationen mit Isolierscheiben aus verschiedenen Materialien zeigen, daß nach dieser konstruktiven Änderung die Funktionsfähigkeit der thermischen Verschlussdüse gewährleistet ist. Die Berechnungen haben weiterhin ergeben, daß ein Spritzgießzyklus unter 10 s dauern wird.

### ... und Praxisuntersuchungen

Um diese theoretische Auslegung praktisch zu überprüfen, wurde eine Prototypmaschine gebaut, mit der zunächst Temperaturmessungen und Plastifizieruntersuchungen durchgeführt wurden<sup>1</sup>. Die wichtigsten Ma-

schinenfunktionen wie die Heiz- und Kühlvorgänge, der Düsenverschluß sowie das Dosieren und Einspritzen konnten überprüft werden. Mit Hilfe dieser Untersuchungen wurden Details der Düse, des Werkzeugs sowie der Plastifizier- und Einspritzeneinheit optimiert. Nach einigen Anpassungen an der Steuerung der Servomotoren und der Pneumatikkomponenten werden weitere verfahrenstechnische Untersuchungen zunächst mit Testgeometrien und dann mit einem Formteil aus einer Medizintechnik-Anwendung folgen.

<sup>1</sup> Die Untersuchungen werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Schwerpunktprogramms "Mikromechanische Produktionstechnik" finanziell gefördert.

### Literatur

- W. Götz, Mikroteile in der halben Zykluszeit herstellen, Industrieanzeiger (1998) 18, S. 40-41
- A. Spennemann, J. Zabold, B. Lindner, E. Koning, Verfahren zum Spritzgießen von Mikroformteilen aus thermoplastischen Kunststoffen mit einer geringen Angußmasse, Offenlegungsschrift DE 198.46.710 A1, Deutsches Patentamt München, 2000
- O. Larsson, A. Edlund, W. Demerest, The TOOLVAC-process - cooling injection molds with CO<sub>2</sub> gas, Proc. ANTEC 1997, Society of Plastics Engineers, Toronto, Canada, S. 954-959