

Zwerge mit großem Potential!

Mikrospritzguss, einer der aktuellen Trends in der Kunststofftechnik.

Nicht erst seit der Verleihung des Deutschen Zukunftspreises 2004 an das Projektteam „Labor auf dem Chip“ der Frauenhofer-Gesellschaft sind Mikrostrukturen und kleinste Spritzgießteile eines der interessantesten Forschungsthemen der Kunststofftechnik.

Kleinste Strukturen auf Kunststoffbauteilen helfen, Probenmengen in einer Größenordnung von unter einem Milligramm der Analyse zuzuführen.

Miniaturge triebe positionieren in der Optik oder Medizintechnik hochgenau und immer gleich.

Eine Patentrecherche, die die Hochschule Amberg-Weiden im Auftrag eines Industriepartners im Jahr 2009 durchführte, ergab einen starken Anstieg der Patentanmeldungen in den letzten 20 Jahren, von ca 50 im Jahr 1990 auf etwa 350 im Jahr 2008.

Einfach verkleinern reicht nicht...

...denn auf den Weg vom Werkstoff zum Mikrobauteil gerät man schnell an die Grenzen der klassischen Verarbeitungstechnik. Das ein bis dreifache des Schneckendurchmessers ist das minimale Materialvolumen, das eine Spritzgießmaschine in einem Zyklus verarbeiten kann. Bei den auf dem Markt aktuell verfügbaren Aggregaten ist das mehr als 1 g, selbst bei Mehrfachwerkzeugen ein Vielfaches des Teilegewichts. Für den Verarbeiter bedeutet dies ein Verhältnis von Teile- zu Angussgewicht von im ungünstigsten Fall 1/99, d.h. ein großer Anteil des Materials muss eingekauft und vorbehandelt werden, um anschließend im, in der Regel wegen Verschmutzungsgefahr nicht wieder verwertbaren, Anguss zu landen. Eine weitere Verkleinerung des Schneckendurchmessers stößt an mechanische und rheologische Grenzen, so müssen Schneckengänge im Bereich des Materialeinzugs so tief geschnitten sein, dass ein typisches Granulatkorn mit einer Länge bis zu 4 mm hinein passt. Dies führt bei Durchmessern kleiner 20 mm zu einem sehr dünnen Schneckenkern. Schnecken dieser Größe können deshalb nur wenig Drehmoment aufnehmen und werden durch die hohen Drücke bei der Verarbeitung leicht beschädigt.

Maschinenhersteller wie Arburg oder Battenfeld entwickelten deshalb spezielle Einspritzaggregate, bei denen die Aufbereitung des Materials von dem Einspritzen in die Form abgekoppelt ist. Eine herkömmliche Dreizonenschnecke übernimmt hierbei das Einziehen und Schmelzen des Materials, ein Kolben oder eine wesentlich flacher geschnittene Förderschnecke spritzt die Schmelze anschließend in die Form (1).

Ein Tropfen Wasser auf einen kalten Stein...

...so oder so ähnlich kann man sich die Situation in einem Mikrobauteilwerkzeug vorstellen. Herkömmliche Werkzeugkonzepte können nicht mehr funktionieren, wenn das Tröpfchen Schmelze den Werkzeugstahl trifft, dessen Temperatur 50 oder 100°C unter der Erstarrungstemperatur des Materials liegt.

Für eine konturgenaue Abformung kleinster Strukturen wurden deshalb in den letzten Jahren neue Strategien entwickelt. Bei der variothermen Temperierung der Otto Männer Engineering GmbH wird eine Kavität erwärmt, während gleichzeitig in einer zweiten Kavität das Teil geformt wird und ein eben gespritztes Bauteil in einer dritten Form wieder außerhalb des Schließsystems der Maschine abkühlt. Durch das Parallelschalten von Prozessschritten lässt sich so Zykluszeit sparen und der große Nachteil der variothermen Temperierung, nämlich die Erhöhung der Zykluszeit durch Aufheizen und Abkühlen, ausgleichen (2).

Auch bei der Herstellung von Werkzeugoberflächen müssen neue Wege gegangen werden. Wenn feinste Strukturen im Bereich von μm abgebildet werden müssen, dann funktioniert Drehen, Bohren, Fräßen nicht mehr, da selbst bei Mikrofräsern mit einem Durchmesser von wenigen 1/10 mm durch Vibrationen und Rattern Markierungen entstehen, die größer sind als die benötigte Oberflächendetails. Hier werden zurzeit Verfahren wie elektrochemische- oder Laser-Bearbeitung entwickelt. Einen anderen Weg geht das Fraunhofer-Institut für chemische Technologie, das feinste Strukturen quasi in die Werkzeugoberfläche hinein sprengt und so holographische Oberflächen auf Spritzgussbauteilen erzeugt (3).

Nicht viel größer als ein Staubkorn...

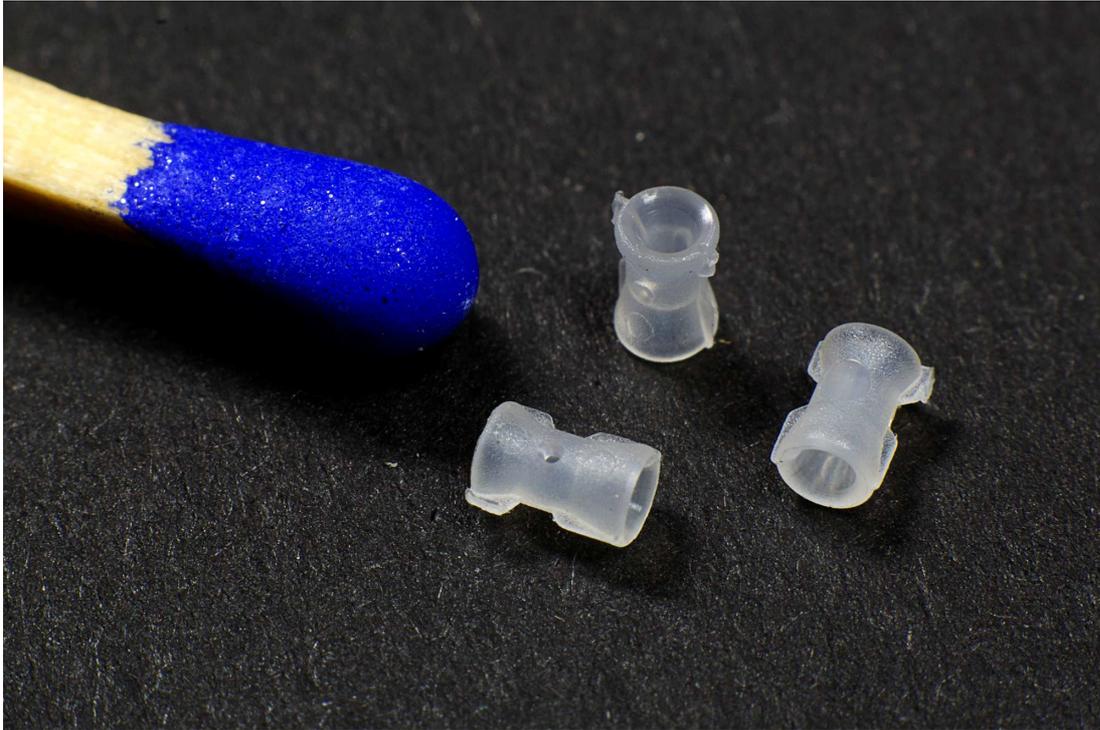
...ist das Bauteil, das dann aus der Form muss. Viel zu klein, um es mit einem Auswerfer auszustoßen. Um Mikrospritzgießteile entformen zu können, greift man auf Techniken wie Ultraschall- und Vakuumentformung zurück. Doch damit fangen die Probleme erst an.

Bauteile, die mit bloßem Auge nicht von Materialabrieb oder Staub zu unterscheiden sind müssen anders behandelt werden als herkömmliche Spritzgießteile.

Effekte wie statische Aufladung durch Reibung, die bei großen Bauteilen nur dort störend sind, wo sie z.B. die Veredlung wie das Lackieren negativ beeinflussen, können das Handling von Mikrobauteilen unmöglich machen.

Für die Automatisierung im Bereich Mikrospritzguss entwickeln deshalb Firmen wie Battenfeld komplette Fertigungszellen die neben der Spritzgießmaschine mit Vakuumentformung auch Vakuumgreifer als Handlinggeräte einschließen.

Eine andere Möglichkeit, kleinste Teile zu manipulieren ist das so genannte Gefriergreifen, bei dem mittels eines Peltier- Elements örtlich Temperaturen von ca. -10°C erzeugt und dadurch das Bauteil am Greifer festfriert. (4)



Mikro-Venturi-Düse (4 mg), mit freundlicher Genehmigung der Gerresheimer Regensburg GmbH

Was uns noch erwartet...

...sind möglicherweise Maschinen die von Bakterien angetrieben werden. Amerikanischen Forschern des Argonne National Laboratory, gelang es 2009 Bakterien dazu zu bewegen, mikroskopisch kleine Zahnräder anzutreiben. Die Wissenschaftler stellten fest, dass Bakterien, die in einer Lösung mit Mikrozahnrädern kollidieren, diese in Rotation versetzen. Dies gelang sogar bei Zahnrädern, deren Zähne im Eingriff zueinander standen. (5)

Prof. Joachim Hummich
Studiengangleiter Kunststofftechnik
Hochschule Amberg-Weiden
Kaiser-Wilhelm Ring 23
92224 Amberg

Quellen:

- (1) Kunststoffe 6/10 S. 56-57 bzw. 9/10 S.133 - 135, Hanser Verlag,
- (2) Kunststoffe 11/10 S. 12 -15 bzw. 2/11 S. 50 - 51, Hanser Verlag
- (3) http://www.ict.fraunhofer.de/fhg/Images/Flyer_Explosive_Embossing_tcm137-164217.pdf
- (4) KI Luft- und Kältetechnik 12/2002, S. 572 – 576, Hüthig
- (5) http://www.anl.gov/pse/pdfs/success_stories/bacteria_machines.pdf