Neuartige Mischdüsen vermindern Schmelzeinhomogenitäten

Idealerweise sollten Extrusionsdüsen so gestaltet sein, dass eine möglichst homogene Schmelze am Austritt der Düse ausgetragen wird. Die Schmelze sollte vorrangig homogen sein bezüglich der Dicke über der Breite beziehungsweise über dem Umfang, bezüglich der Orientierung der Moleküle, der in der Schmelze gespeicherten elastischen Deformationen sowie der Verteilung von Additiven und Füllstoffen. Diese Idealsituation ist in der Praxis nicht realisierbar.

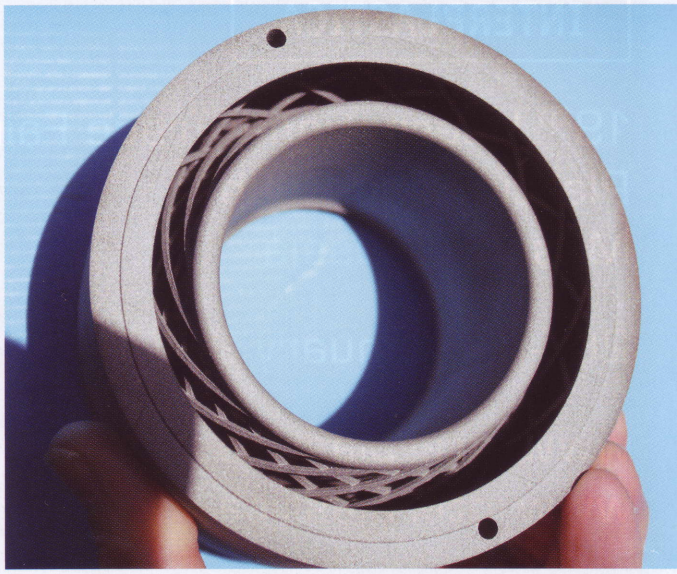

Bild 1: Neuartiger Mischer, der in einen Blaskopf hinter den Verteilerkanal integriert wurde (Foto: Groß Kunststoff-Verfahrenstechnik)

Bereits der Vollstrang, der vom Extruder angeliefert wird, ist nicht homogen, da er unter anderem keine absolut gleiche Temperatur besitzt. Dieser Schmelzevollstrang, der bereits über dem Querschnitt nicht ideal homogen ist, wird dann innerhalb der Düse von der Einspeiseöffnung bis zum Düsenaustritt in die Schlitzgeometrie, die am Düsenmund für das jeweils herzustellende Produkt benötigt wird, umgeformt. Dafür verwendet man in der Düse zwangsläufig Verteilerkanalsysteme, in denen sich die Fließkanalgeometrie grundlegend ändert, je nachdem welchen Strompfad ein einzelnes Partikel durchläuft. Mit einer variierenden Kanalgeometrie ändern sich aber auch wesentliche Verfahrensparameter, die dazu führen, dass die Homogenität der Schmelze weiter verschlechtert wird. Das wurde bisher in der Extrusion als verfahrensbedingt und damit als nicht vermeidbar hingenommen.

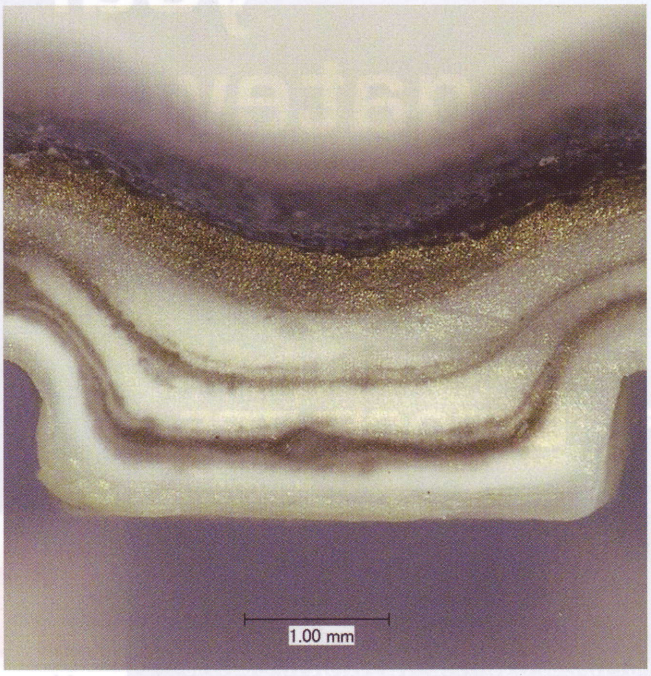

Bild 2: Mikroskopaufnahme eines Querschnitts durch den Bindenahtbereich eines Formteils, der zeigt, dass die Schmelze in der neuartigen Mischzone des Blaskopfes in mehrere Schichten aufgeteilt wird, die dann schließlich in der Bauteilwand übereinanderliegen, wobei die Schichtgrenzen verschwimmen (Foto: MPA/IfW, TU Darmstadt)

Dr.-Ing Heinz Groß hat nun in enger Kooperation mit einem Entwicklungspartner die Idee einer speziellen neuartigen Mischdüse erprobt. Vorrangiges Ziel bei dieser Idee war es, die Schmelze am Ende des Verteilerkanalsystems intensiv zu vermischen, um darüber die Homogenität der Schmelze zu verbessern, bevor sie aus der Düse ausgetragen wird. Die zum Patent angemeldete Idee dem Verteilerkanal eine spezielle Mischzone nachzuschalten, um die Schmelzehomogenität zu verbessern, lässt sich prinzipiell in jedem Extrusionswerkzeug realisieren. Zur Erprobung der Lösung wurde ein spezieller Mischer (**Bild 1**) in einen existierenden Speicherkopf einer Blasformproduktionsanlage nachgerüstet und getestet. Auch das der Mischzone vorgelagerte Verteilerkanalsystem des bestehenden Kopfes wurde geändert und speziell daraufhin ausgelegt, dass sich an das Verteilerkanalsystem eine intensive Mischzone anschließt. Erste Tests des Speicherkopfes auf der Anlage des Entwicklungspartners bestätigten, dass ein derart ausgelegter Blaskopf gegenüber konventionellen Blasköpfen eine Reihe von entscheidenden verfahrenstechnischen Vorteilen besitzt. Interessant war erst einmal ein Nebeneffekt, der bei der Umrüstung des Speicherkopfes eigentlich nicht besonders im Vordergrund

stand. Trotz der zusätzlichen Integration des Mischers in den Speicherkopf ergab sich bei den Versuchen auf Grund des andersartigen Verteilerkanalsystems ein Betriebsdruck, der niedriger war, als bei der vom Entwicklungspartner bisher verwendeten Fließkanalgestaltung. Aber auch die vorrangig angestrebten Ziele konnten bereits bei der ersten Auslegung erreicht werden. So wurde bei einem Polymer, das kein ausgeprägtes elastisches Speichervermögen besitzt, eine Dickenkonstanz von 0,07 mm über dem Umfang des runden Testteils erreicht, die keine Rückschlüsse mehr auf das in der Runddüse verwendete sehr einfache Verteilerkanalsystem zuließ.

Obwohl bei der seitlichen Einströmung das verwendete Verteilerkanalsystem erst einmal eine Bindenaht erzeugt, wurde diese durch den anschließenden Mischer sehr effektiv eliminiert. **Bild 2** verdeutlicht dies an Hand einer Mikroskopaufnahme eines Längsschnittes durch die Bauteilwand, der parallel zur Bindenaht vorgenommen wurde. Der dargestellte Wandquerschnitt wurde einem Versuchsmuster entnommen, das bei einem Farbwechselversuch, bei dem schwarzes Polymer mit naturfarbenem Polymer heraus gespült wurde, entstand. Deutlich zu erkennen sind die unterschiedlichen Schichten, die in dem Mischteil erzeugt worden sind, das dem Verteilerkanal nachgeschaltet war. Sie sind dafür verantwortlich, dass weder eine mechanische Schwachstelle, noch ein Wanddickenunterschied im Bindenahtbereich auftritt. Erste Versuche mit unterschiedlichen Polymeren zeigten zusätzlich, dass der Blaskopf ein nahezu betriebspunktabhängiges Verhalten besitzt. Es zeigte sich aber auch, dass bei Polymeren, die ein ausgeprägtes elastisches Erinnerungsvermögen besitzen, die erste Auslegung der Mischelemente des neu gestalteten Mischers noch zu grob war.

Prinzipiell lassen sich auch bestehende Extrusionsdüsen mit Mischzonen nachrüsten. Vorteilhafter ist es, neue Extrusionsdüsen sofort mit einer dem Verteilerkanalsystem nachgeschalteten Mischzone und einem entsprechend angepassten Verteilerkanalsystem zu konzipieren, um keine Kompromisse eingehen zu müssen, und um somit auch die Vorteile, die die neuartige Gesamtlösung bietet, in vollem Maß nutzen zu können.

Dr.-Ing. Heinz Groß Kunststoff-Verfahrenstechnik
Ringstr. 137, 64380 Roßdorf, Germany
www.gross-k.de