Dr.-Ing. Heinz Groß

Neuartiger betriebspunkt-unabhängiger Blaskopf

Bei der Nachrüstung von existierenden Blasköpfen mit Kippgelenken oder GWDS-Düsen [1,2,3] müssen immer wieder mehr oder weniger große Kompromisse akzeptiert werden, da ein Umrüstsatz sich zwangsläufig an bestehende Maße der vorhandenen Kopfkonstruktion anpassen muss, wodurch die Vorteile der neuen Technologien nur eingeschränkt zum Tragen kommen können. Deshalb steht man häufig vor der Frage, ob es nicht doch besser ist, gleich einen komplett neuen Kopf auszulegen. Das hat den großen Vorteil, dass bei der Auslegung des Kopfes alle technischen Anforderungen, die durch die Kipp- und die GWDS-Technologie vorgegeben werden und die teilweise bei konventionellen Köpfen unbekannt beziehungsweise nicht relevant sind, die aber für eine optimale Funktionsweise der neuen Technologien berücksichtigt werden sollten, konsequent umgesetzt werden können. Es eröffnet sich dabei auch noch gleichzeitig die Gelegenheit zu versuchen, Schwächen, die die auf dem Markt verfügbaren konventionellen Köpfe nach wie vor besitzen, zu überwinden oder zumindest zu verringern. Dies macht durchaus Sinn, da durch Verwendung der Kipp- und der GWDS-Technologie für die Konstruktion eines Blaskopfes neue Rahmenbedingungen geschaffen werden, die völlig andere Wege bei der Gestaltung eines Blaskopfes ermöglichen.

Pflichtenheft für die Konstruktion des neuartigen Blaskopfes

Wichtigstes Ziel war es einen Blaskopf zu entwickeln, der erst einmal unabhängig vom zu verarbeitenden Polymer und unabhängig vom jeweils verwendeten Massedurchsatz immer eine gleichmäßige Wanddicke über dem Umfang des Vorformlings realisiert. Ebenfalls weit oben auf der Aufgabenliste stand natürlich auch die Forderung einen Kopf auszulegen, der zu geringen Kosten gefertigt werden kann. Auch die Wünsche der Betreiber nach einem Kopf mit einer möglichst kurzen Verweilzeit der Schmelze, was zu sehr kurzen Material- und Farbwechselzeiten führt, sollten natürlich berücksichtigt werden. In Verbindung mit einem möglichst geringen Druckabfall im Kopf ist das auch von Vorteil, wenn thermisch empfindliche Polymere verarbeitet werden müssen. Der Anlagenbediener wünscht sich einen Blaskopf, der zuverlässig, frei von Störungen arbeitet, und der sich einfach und schnell montieren, demontieren und reinigen lässt. Nachdem ein neuer Kopf vorrangig deshalb konzipiert wurde, um die Kipp- und die GWDS-Technologie konsequent und optimal nutzen zu können, war es natürlich selbstverständlich, dass die Düse des Kopfes sich mit Hilfe eines Kippgelenks präzise und reproduzierbar vom Steuerpult aus zentrieren lässt und dass auch mittels einer GWDS-Düse in einfacher Weise eine lokale radiale Wanddickenbeeinflussung des Vorformlings während des Austrags des Schlauches möglich ist.

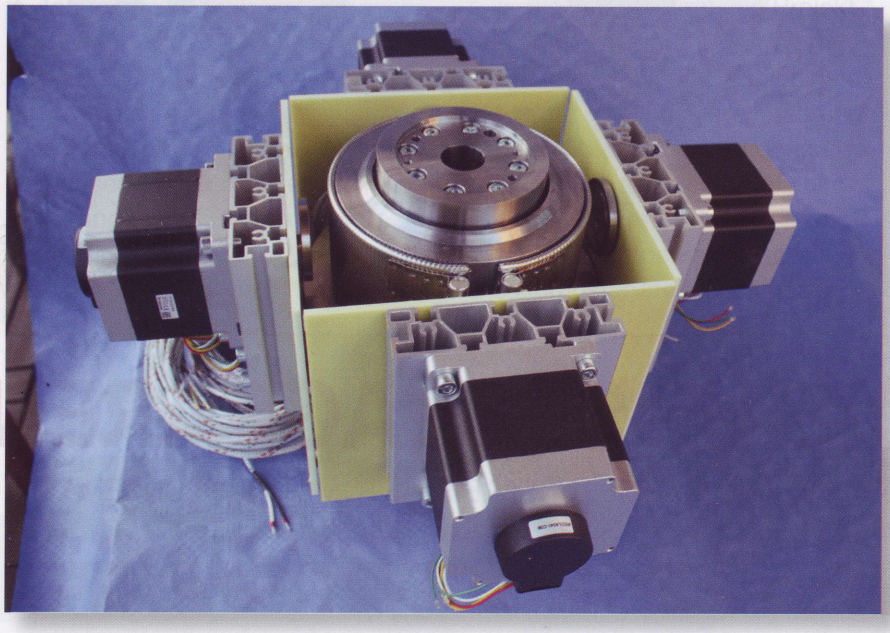

Bild 1:
Kompakter Blaskopf mit GWDS-Düse und einem integrierten Kippgelenk, das mit vier über dem Umfang angeordneten Schrittmotoren verstellt wird

Länge von der Einspeisung bis zum Düsenende	320 mm
Durchmesser (ohne Heizband)	190 mm
Gewicht ohne Stellantriebe	65 kg
Anzahl der Bauteile (ohne Schrauben), aus denen der Kopf besteht	7
Düsenaustrittsdurchmesser	135 mm
Durchsatzbereich	100 bis 800 kg
Düsen- und Kippverstellung	voll elektrisch (Schrittmotoren)
Realisierbarer Dornhub	20 mm

Tabelle 1: Technische Daten des Kopfes

Trifunktionelles Bauteil ermöglicht zentrale Schmelzeeinspeisung

Bei einer Runddüse lässt sich ein vom jeweiligen Arbeitspunkt unabhängiges Betriebsverhalten am einfachsten realisieren, indem die Schmelze zentral von der Rückseite eingespeist wird. Dies hat allerdings zur Folge, dass eine Verschiebung des Dorns mit Hilfe einer konventionellen Dornstange nicht möglich ist. Somit musste für die Relativverstellung zwischen dem Dorn und der Düse eine neue Lösung gefunden werden. Da bot es sich an, das ohnehin notwendige Kippgelenk weiter zu modifizieren, sodass es neben der Dicht- und der Kippfunktion auch noch ein Verschieben der Düse relativ zum Dorn, der fest mit dem Kopf verbunden ist, zulässt. Das inzwischen bereits patentrechtlich geschützte trifunktionelle Bauteil, das sehr einfach aufgebaut ist und das sich auch kostengünstig fertigen lässt, ermöglicht es nun, einen sehr kompakten Blaskopf zu bauen, bei dem die Schmelze zentral von hinten eingespeist werden kann. Da bezüglich der Baugröße des trifunktionellen Bauteiles keine Einschränkungen existieren, kann es sie problemlos in Blasköpfe jeder gewünschten Größe integriert werden. Zudem ermöglicht das sehr kurze trifunktionelle Bauteil einen Kopf zu konzipieren, der selbst extrem kurz ist, wodurch sich natürlich auch die Verweilzeit der Schmelze im Kopf stark reduzieren lässt. In Verbindung mit einer Fließkanalgestaltung, die frei von störenden Fließkanalumlenkungen ist, die zwangsläufig zu unerwünschten Materialstagnationen im Kopf führen würden, sollte auch noch ein sehr enges Verweilzeitspektrum erreicht werden.

Einfacher, kompakter Kopf mit elektromotorischer Verstellung

Als Ergebnis ist ein kompakter Blaskopf entstanden, der sehr kostengünstig herzustellen ist, mit dem aber dennoch neue verfahrenstechnische Möglichkeiten eröffnet werden. Bild 1 zeigt ein Foto des kompletten Blaskopfes mit den vier angeflanschten Schrittmotoren, über die sowohl die Kippbewegung als auch die Relativbewegung zwischen Düse und Dorn realisiert werden. In Tabelle 1 sind die wichtigsten technischen Daten des Kopfes enthalten.
Mit dem neuartigen Kopf wurde erst einmal das Betriebsverhalten mit unterschiedlichen HDPE-Typen ermittelt. Dafür wurde ein Umlenkstück und eine Schmelzeleitung angefertigt, um mit dem horizontal aufgebauten Extruder eine zentrische Einspeisung für den vertikal hängenden Kopf realisieren zu können und um die im Vergleich zu dem konventionellen Kopf fehlende Länge ausgleichen zu können. Bild 2 zeigt den Versuchsaufbau, mit dem die Versuche durchgeführt wurden. Bei den Versuchen bestätigte sich der angestrebte geringe Druckabfall. Mit einem HDPE (Typ 51090 von Total Petrochemicals) wurde bei einem Durchsatz von 582 kg/h ein Druckabfall im Kopf von nur 194 bar gemessen. Mit Hilfe von Farbwechselversuchen konnte auch das hervorragende Spülverhalten des Kopfes nachgewiesen werden. Innerhalb einer Schmelzeschlauchlänge von nur 1,5 m gelangte man von einem nicht eingefärbten zu einem durchgefärbten Schmelzeschlauch (Bild 3). Besonders positiv war dabei auch die über die gesamte

Fischer Kunststoff-Metall- Schweißtechnik

Dichtschweißen durch innovatives Zirkular-Reibschmelzen, mit weltweit einzigartigen Möglichkeiten, wie z.B. stufenlose Frequenzregelung im Prozess und in ms Schwingstopp für höchsten Schweißfaktor !

Medizin Teile, serumdicht

Rohre gasdicht

Behälter druckdicht reibschmelzen

Elektronische Module BMW Funkschlüssel

Fischer Kunststoff – Schweißtechnik GmbH
Meißnerstr. 5, 37297 Frankenhain, Tel. +49 (0) 56 57 / 91 30 21 Fax – 8265
e-Mail: michael.fischer@fischer-st.de, Internet: www.fischer-st.de

Länge und speziell auch über dem Umfang homogene Farbe des Schmelzeschlauchs, die ein Indiz dafür ist, dass tatsächlich ein sehr enges Verweilzeitspektrum im Kopf vorliegt. Auch der Schlauchlauf ließ sich über die Schrittmotoren sehr feinfühlig beeinflussen.
Noch nicht zufriedenstellend war allerdings das Ergebnis bei Versuchen, die mit Lupolen HMPE 5261 Z durchgeführt wurden. Verursacht durch das ausgeprägte Erinnerungsvermögen des Z-Materials bildeten sich Besonderheiten des Fließkanals über dem Umfang des Schmelzeschlauchs, der ausgetragen wurde, ab. Es ist geplant dieses Problem über eine Optimierung der Fließkanalgestaltung zu beheben. Nach der Optimierung der Fließkanalgeometrie sind weitere Tests mit dem Kopf geplant, in denen dann auch gezielt Bauteile hergestellt und getestet werden sollen.

Im Folgenden sind stichwortartig die Vor- und Nachteile des neuartigen Kopfes aufgelistet:

A Vorteile des Grundkonzepts des Blaskopfes ohne Zusatztechnologien

- Der Kopf kostet in der Fertigung weniger als die Hälfte eines konventionellen Kopfes
- Der Kopf ist betriebspunktunabhängig. Er realisiert bei einem Durchsatz von 50 bis 600 kg eine gleichmäßige Rundumverteilung unabhängig vom Material (Viskosität) und vom Durchsatz.
  Eine Standard-Fließkanalgeometrie für alle Anwendungen
- Der Kopf (Austrittsdurchmesser 135 mm) ist um ein Vielfaches leichter (65 kg ohne Schrittmotoren) als ein vergleichbarer konventioneller Kopf
  Die Rahmenkonstruktion der Maschine kann schwächer ausgelegt werden
- Der Kopf ist viel kürzer als ein vergleichbarer normaler Kopf
  Die Anlagenhöhe und der Raumbedarf für die Anlage wird verringert
  Die Anlage passt in Hallen mit einer geringeren Deckenhöhe
- Kurze Verweilzeit und ein sehr enges Verweilzeitspektrum der Schmelze im Kopf
  Temperaturempfindliche Materialien können besser verarbeitet werden
  Spülzeiten und Farbwechsel sind kürzer
- Kleines Verweilzeitspektrum
  Auch extrem temperaturempfindliche Materialien können verarbeitet werden
- Geringerer Druck (200 bar bei einem Durchsatz von 600 kg)
  Reduzierung des Energiebedarfs der Maschine
  Geringere Temperaturerhöhung der Schmelze
- Die Düse kann nur noch zentrisch montiert werden
  Kein Vorzentrieren mehr erforderlich
  Materialeinsparung
  Erhöhung der Anlagenkapazität
  Reduzierung der Personalkosten
- Kann einfach montiert, demontiert und gereinigt werden
- Abgesehen von vier einfachen Schrittmotoren keine zusätzlichen aufwendigen und teilweise teuren Anbauten (Hydraulikkolben oder Servoantrieb, Wegaufnehmer, Dornstange, usw.)
- Geringere Störanfälligkeit, da weniger komplex (muss natürlich noch in der Praxis nachgewiesen werden)

A 1 Zusatzfunktionen, die bisher noch nicht realisiert werden konnten

- Der Kopf lässt sich auf Grund des integrierten Kippgelenks vom Steuerpult aus höchst präzise und vor allem reproduzierbar zentrieren
  Bessere Produktqualität erreichbar
  Qualität des Produkts kann bei einem Neustart reproduziert werden
  Erhöhung der Anlagenkapazität durch schnelleres Anfahren
  Reduzierung des Personalbedarfs
- Die Kippfunktion lässt sich auch

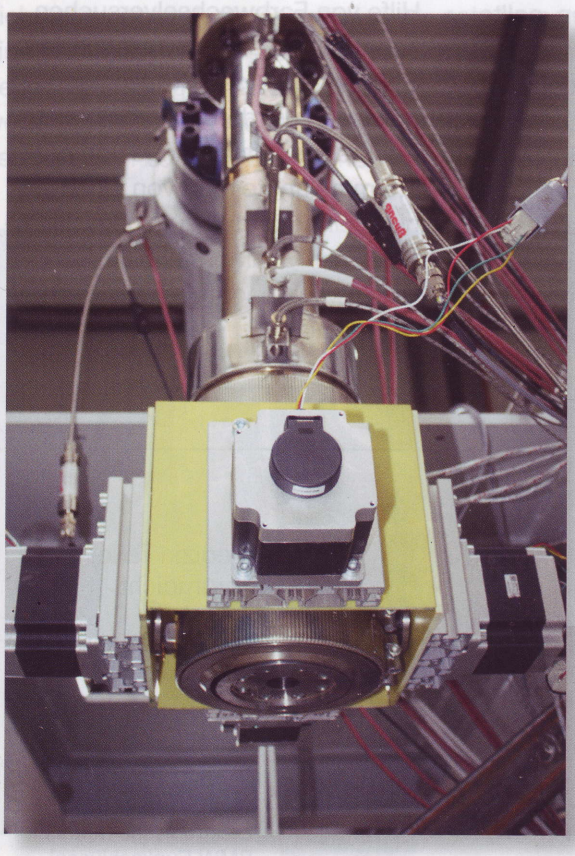

Bild 2:
Versuchsaufbau mit einem Umlenkstück und einer längeren Schmelzeleitung zur Aufnahme von Druck-Durchsatzkennlinien

in jedes Mehrfachwerkzeug einbauen
- Der Kopf lässt sich während des Austrags des Vorformlings kippen und erfüllt gleichzeitig auch noch die Funktion einer Schiebedüse
  Die Kosten einer teuren und störanfälligen Schiebedüse werden komplett eingespart
  Funktion kann vor allem bei unsymmetrischen technischen Teilen vorteilhaft genutzt werden
  Bessere Produktqualität erreichbar
  Materialeinsparung
- Mit dem Kopf lässt sich auf Grund der integrierten GWDS-Düse die radiale Wanddicke des Vorformlings ohne Zusatzkosten in idealer Weise profilieren
  Die Kosten eines teuren PWDS-Systems werden komplett eingespart
  Eine radiale Wanddickenbeeinflussung des Vorfomlings wird für jeden Düsendurchmesser und auch für Mehrfachwerkzeuge möglich
  Bei idealer Profilierung wird der Schlauchlauf nicht negativ beeinflusst
  Es kann eine bessere Wanddickenverteilung erreicht werden, als mit einem PWDS-System

B Nachteile des neuen Kopfkonzepts
- Nachteilig ist momentan, dass der neuartige Kopf noch nahezu unerprobt ist und dass natürlich noch Ergebnisse aus einer längeren Produktion fehlen

B 1 Nachteile bei Nutzung der zusätzlichen Kippfunktion
- Bezüglich der Kipptechnologie sind bei den bisher durchgeführten Versuchen noch keine Nachteile aufgetreten

B 2 Nachteile bei Nutzung der GWDS-Technologie
- Die dreidimensionale Fließkanalgeometrie muss manuell und spanabhebend optimiert werden
- Es handelt sich um eine neuartige Strategie zur Gestaltung der Fließkanalgeometrie, für die noch keine Erfahrungen existieren
  Man kann nur bedingt auf Erfahrungen mit konventionellen Köpfen zurückgreifen (Düsendurchmesser und Spaltweiten müssen je nach Situation gegenüber bestehenden Köpfen verändert werden)
  Es kann nicht auf Erfahrungen aus der Profilierung von konventionellen Blasdüsen zurückgegriffen werden
  Es treten bei der Erprobung Phänomene auf, die bisher noch unbekannt waren, und für die jeweils eine Lösung gefunden werden muss
  Die Optimierung der Profilierung für spezielle Produkte dauert zur Zeit auf Grund fehlender Erfahrung und der Gefahr dabei erst einmal bisher unbekannte Phänomene lösen zu müssen, von Fall zu Fall länger als ursprünglich abgeschätzt

Fazit

In den ersten orientierenden Versuchen, in denen die neuartige Kopfkonstruktion bisher getestet werden konnte, deutete sich an, dass mit dem Grundkonzept ein in vieler Hinsicht interessantes Betriebsverhalten erreichbar ist. Die Fertigungskosten des Kopfes liegen bei ca. 50 Prozent eines vergleichbaren konventionellen Kopfes. Dennoch lässt sich der Kopf feinfühlig und reproduzierbar vom Bedienpult der Anlage zentrieren. Darüber hinaus ermöglicht er auch noch eine lokale, radiale Wanddickenbeeinflussung des Vorformlings über dem Umfang. Wenn der Kopf sich auch noch im rauen Produktionsbetrieb langzeitig bewähren sollte, dann stellt er sicherlich eine interessante Alternative zu bestehenden konventionellen Köpfen dar.

Literatur

1 Groß, H.: Neue Düsenkonstruktionen für das Blasformen. Zeitschrift Blasformen & Extrusionswerkzeuge, Fachverlag Möller, Velbert, 9. Jahrgang, Ausgabe Mai/Juni 2013, Seite 6-11
2 Groß, H.: Neue Möglichkeiten zur Verbesserung der Wanddickenverteilung beim Blasformen. Zeitschrift Blasformen & Extrusionswerkzeuge, Fachverlag Möller, Velbert, 9. Jahrgang, Ausgabe März/April 2013, Seite 6-7
3 Groß, H.: Muss eine Blasformdüse im Austrittsbereich konisch sein? Zeitschrift Kunststoffe, Carl Hanser Verlag München Wien, Ausgabe 9/2012, Seite 58-64

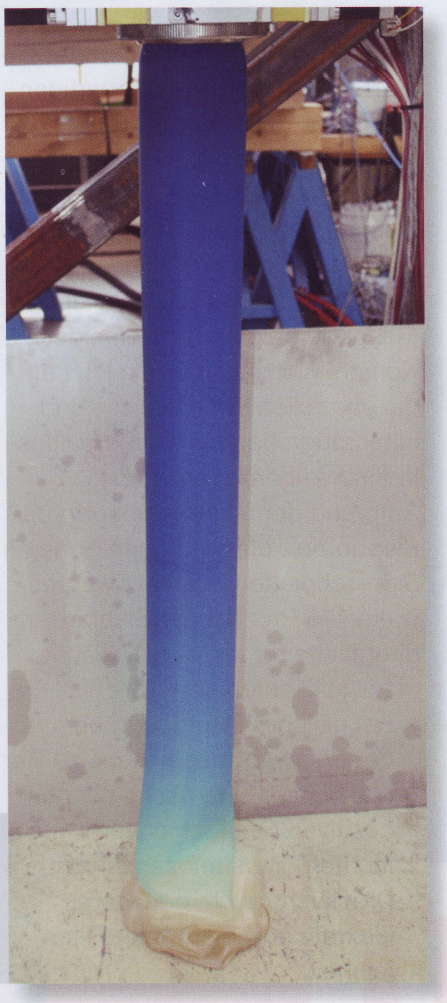

Bild 3:
Aufnahme eines Farbwechselversuchs, der nach ca. 1,5 m Schlauchlänge abgeschlossen war (Werkbilder: Dr. Groß Kunststoff-Verfahrenstechnik, Roßdorf)